

地球化学

浮遊生物学

放射化学

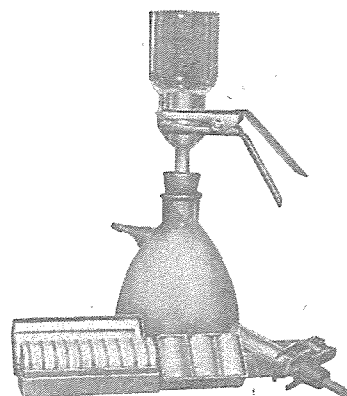
細菌学

1. 濾過能率がきわめてよい
2. 孔のサイズが一定しており
5 ミクロンから 0.01 ミクロンまでの各種がある。
3. 酸、アルカリに強い、有機溶媒に溶ける。
4. 厚さはわずか 150 ミクロン

極小物質の濾過と分析に

Millipore FILTER

(米国 MILLIPORE FILTER 社製)



株式会社 離 合 社

本社 東京都千代田区神田鍛冶町1の2(丸石ビル4階)
電話 神田 (251) 1513, 0773, 0458, 4813, 4707
大阪営業所 大阪市北区北同心町1の15
電話 堀川 (35) 8 0 1 9, 7 3 4 6

地球化学研究会ニュース

号 外

1963. III. 1

本会の会名を日本地球化学会と変更する 案についての事情の説明

本会は創立のときに日本地球化学会の名で出発するという意見があったのであるが、にぎにぎしく店頭を飾って開店するよりも健全に内容を充実しながら発展するのが理想であるとして現在の名称で出発したものである。

爾来満十年今日日本地球化学会に改名しようという案が唱えられるに到ったのは当然の経過であり、又内外の事情はそれを必要とする状態になってきているのである。

例えば日本学術会議は国の内外に対してわが国の学界を代表する機関であるが、その各部の下には幾つかの研究連絡委員会、又その分科会及び小委員会があり、又南極特別委員会、海洋学特別委員会、地球内部開発特別委員会、宇宙空間研究特別委員会などの部にまたがる委員会の設置もあり、それらの活動については委員会分科会は学会と連絡して機能を全うしている。

このために研究者グループの側から見ればその意向を学術会議に反映したり、学術会議と緊密な連絡活動をするためには学会の名においてこれを行なうことが必要である。

本会が日本地球化学会と改名し、又学術会議の中に地球化学研究連絡委員会を設置するように順序をとることが地球化学の発展に望ましいことである。

南極特別委員会に地球化学を参加させる時に遭遇した困難の一つはこの点にあったのであって、これを解決するためとりあえず化学研究連絡委員会の中に地球化学小委員会の設置を強く希望してようやくその実現を見たのは 1960 年であった。それに伴って対応する地球化学の研究グループとして地球化学研究会を認めさせて来ているのであるが、これは姑息の策であって明らかな研究グループとしてこれを一般に認められるためには、日本地球化学会と改名する必要があるのである。

今や地球内部開発、宇宙空間の問題の将来を考えると、これに対してわが国地球化学者の果すべき役割とそれの準備を考えると、学会化は洵に必要なことである。

学会化問題はそれが会の内部で討議されてから、それが会誌の発行問題と絡んで今日に及んだのであるが、以上のような事実を考慮して会誌問題は切りはなして研究をすすめること、第一の道として学会化の実現を期することが必要との結論に委員会は達して、これを 1963 年度総会に計ることに決定したのである。ついてはこれらの事情をここに記して、予じめ会員に周知して、総会でできるならば一致した賛成をうることにしたいという委員会の結論を述べた次第である。(菅原 健)

会誌の発行に関する諸問題

本会が日本地球化学会と改名することは別項に述べられているような事情であるが、この際会誌の発行を検討してはという意見が、委員会で論議されるようになり、その問題をさらにくわしく検討するために昨年12月小委員会が設けられた。小委員会の委員は一國雅己、桂敬、佐藤和郎、猿橋勝子、半谷高久、本島公司の5氏と山崎一雄であり、本年1月22日第1回の会合を開いて会誌発行についての諸問題を検討した。その結果は2月9日の委員会に報告されて論議されたが、この問題について会員各位の意見を聞く必要があるので、ここにニュース誌上を借りて説明する次第である。会員諸賢は本問題を十分御考慮の上、本ニュースに添付の葉書で御回答下さるよう御願ひする。

1. 会誌発行に必要な経費

会誌の発行に要する費用は、内容(図、写真の数、欧文活字の程度)、版の大きさ、印刷部数、紙質など多くの条件によって支配される上、目下印刷、製本などの費用が著しく値上りしつつある状況なので、正確な見積りは困難であるが、各方面のデータを総合すると、B5版(本ニュースと同等)30頁、500部印刷するためには約9万円が必要である。もし年間90頁発行するには27万円が必要となる。

このほかに郵送料として1部20円、400部で8千円、3回で2,4万円かかり、合計約30万円が必要である。

もし2回60頁とすればこの約2/3、20万円が必要になる。

2. 会誌発行の場合どの位会費を値上げする必要があるか。

現在本会会費は年300円であり、ニュースを4回発行している。37年4月年会において報告された36年度会計報告によれば

ニュースおよび名簿	99,780 円
通 信 費	46,934
印 刷 費 (原稿紙等)	1,800
会 議 費	39,760
事 務 費	8,069
討 論 会 補 助	10,000
人 件 費	23,750
	230,093

であり、ニュース発行以外の経費(討論会、講演会等)として約14万円があてられている。従ってもし会誌発行の経費を30万円とすれば、全体で30万円+14万円=44万円(A案)、会誌の費用を20万円とすれば、20万円+14万=34万円(B案)の支出となる。

現在会員数は約400名であるが、会費納入率を約70%とみれば(これがどの学会でも大体共通の線)約300名となり、この人数で経費を負担するには

会 費

1000 円 × 300 = 30 万
1200 円 × 300 = 36 万
1500 円 × 300 = 45 万

となる。即ちA案を実行するには年1500円、B案を実行するには年1200円の会費とする必要があることになる。

本会収入としては会員の会費のほか、広告料、利子、賛助会員費があり、また出版費の補助として文部省の刊行費補助金を申請するという方法も考えられるが、賛助会員費は著しく多額は見込むことが困難であり(37年度は数万円)、後者は最初からは期待できない。何れにしても会誌の発行費用は会費でまかなうことを原則とし、その他の収入は会の他の活動又は会誌の増頁などに使用する方がよいと考えられる。もちろん会員の会費納入率が70%でなく100%近くになれば会の運営はやや好転するから会員各位の御協力を切に願う次第である。

3. 会誌の性格と内容

会誌を発行するとすれば、その内容としては報文を主とし、これに総合報告、講演要旨、会務の記事などが加わる。報文については学問的に十分水準の高いものでなければならず、そのためには審査員制度を設けることが必要である。しかし上記のように会誌発行のための費用が十分でないと、会誌に掲載できる報文の数が限られたものとなるおそれがある。

また報文は日本文だけか、あるいは英文のものを掲載するかについては両方の意見があった。しかし現在の会員には外国人は1名しかいないことを考えると、最初は日本文のみとし、将来外国人会員を増加させる手段を講じ、また海外よりの購読者が生ずる見込ができれば、英文の報文を考慮するのがよいのではないかと考えられる。なお会誌が出ればニュースの発行は中止されることになる。

以上地球化学研究会の財政状態と、会誌を発行するために必要な経費、会費の値上げなどについて検討された結果を述べた。もし会誌を発行するとすれば、中絶するような事態にならないように十分慎重に計画をたてる必要がある。また会費を大幅に値上げをすることは会員数の減少を来すおそれもある。ただ漠然と、学会であれば会誌を出すのが当然であるとか、会誌があった方が便利であるとかいう考え方でなく、会の将来の発展、地球化学の進歩など各方面のことを十分御考慮の上御意見をお寄せ下さるよう御願ひする次第である。(会計委員 山崎一雄)

昭和38年2月27日印刷	昭和38年3月1日発行
発行所及び	名古屋市千種区不老町 名古屋大学理学部
発 行 者	地球科学教室内 地球化学研究会
	菅 原 健
	振替 名古屋 11814
印 刷	名古屋市昭和区東郊通7ノ8
	東崎印刷合名会社 東 崎 昌 教

地球化学研究会ニュース

No. 23

1963. III. 20

地球化学研究会総会開催通知

- 日 時 1963. 4. 3 (水) 日本化学会年会の地球化学関係講演終了後, 1 時間
乃至 1 時間半 (10.30—12.00 の予定)
- 場 所 早稲田大学 (詳細は日本化学会年会会場に掲示)
- 議 題
1. 1962 年度事業報告
 2. 1962 年度会計報告
 3. 研究会を学会と改名する件
 4. 1963 年度事業計画
 5. 1963 年度予算
 6. そ の 他



Bingham の銅 鉱 床

アメリカ合衆国 Utah 州 Salt Lake City の西南約 30 マイルの Bingham Canyon にある大銅山である。1863 年頃 Gold rush の時代に金及び銀の産地として見出され、今世紀にはいって、銅鉱山として開発がはじめられた。

この地方では monzonite が古生層の quartzite 及び limestone 中に貫入して、鉱液の作用で広く銅鉱物が生じたものである。中央部には monzonite の岩株があり、この岩石は少量の pyrite, chalcopyrite を有している。この鉱床は地表から約 25 m の深さまでは酸化されて赤褐色を示し、その下に chalcocite の二次富化鉱帯が存在している。この部分は平均 1.7% の銅を含み現在採掘されている。この採掘に価する鉱量は 9,000 万トンと推定されており、日々約 2 万トンの鉱石が露天堀され、Great Salt Lake の沿岸にある精錬所へ送られている。又、この鉱山は銅以外に、鉛-亜鉛-銀鉱山としても有名であり、現在鉛はアメリカで第四番目、銀は第三番目の鉱山にランクされている。

この鉱山は写真のように、露天堀で階段状に採掘が進められており、その深さは数 100 feet から 1000 feet に及んでいる。その有様は "Amphitheater-like pit" と言われている通り、丁度野外劇場を思わせる。そしてこの各段には、大形貨車が走り、鉱石を満載して電機機関車に曳かれて行く姿が見られる。貨車は各段に作られたトンネルをくぐり、選鉱、精錬所へ向うのである。(中井信之)

総 説

隕石中の宇宙線生成物*

本田 雅 健(東大物性研)

1. 宇 宙 線

放射能測定に際しては常にバックグラウンドというものがつきものである。通常地上では、充分遮蔽したつもりでも、電気的回路から来るノイズ以外に恒常的な自然計数が必ずつきまわっている。計数管材料や地上の放射性物質が主な原因となっているのではなく、宇宙線といみじくも呼ばれている、高エネルギー粒子に由来する放射線が影響しているためである。このことは計数管を上空に持ちあげて同じ測定を行なった場合、自然計数が増加することによってよくしめされる。地球の表面といっても、我々の住んでいる所は通常 1 kg/cm^2 の厚さの空気層の底である。所謂平衡状態に近くなったあとは、約 100 g/cm^2 の空気層でその線束の強さが半分になる。平衡状態とは、空気分子によって生成する低エネルギーの二次宇宙線の生成が高エネルギーの一次宇宙線の空気による吸収によっておさえられ、その結果線束の全体のエネルギースペクトルの形が略、一定なるような状態を指している。実際には上空 300 g/cm^2 程から大体そのように近似できる。この模様は過渡的な放射平衡において、親核と娘核との放射能の比が、娘核の半減期を超過したあたりで略、一定となる現象に近似できる、兎も角そのため、対流圏と成層圏との境では 10^{-1} 又海拔 3500 m 程度の山頂では 10^{-2} 大気の下では、大気表面近くの 10^{-3} といった小さな値となってしまう。

もっとも空気のような分散相に高エネルギー宇宙線があたった時生成する π 中間子は次の核反応の前に壊変して μ 中間子となる。物質に対する反応性に乏しい μ 中間子の線束の減少は遅く 150 g/cm^2 程で半分になるから地上の計数管に感ずるのは主としてこのものである。この自然計数を逆同時計数法で消去し、 C^{14} のような微量の放射能測定を可能にした Libby らの方法が現在有力な武器となっている。上層の空気中で生成する宇宙線生成物は窒素と酸素より生ずる C^{14} , H^3 ,

* 本稿は昭和 37 年 10 月 13 日地球化学討論会(川崎市)の席上口頭で発表した総合報告をもとにした総説である。紙面の都合その他の事情で、主として筆者らによる測定結果(未発表のものを含む)をできるだけ忠実に表示するとともに、それらから誘導される考察は別の機会に譲ることとした。したがって表中の数値の意味は読者自身の考察に委ねるわけで、本文自身は至って無味乾燥なものになってしまった。

Be^7 , Be^{10} , Argen より生ずる P^{32} , P^{33} , S^{35} , Cl^{36} , Si^{32} , が研究対象になっている。

一方月の表面とか、比較的小さな隕石のような物体では、海面上の 1000 倍程の線束を考慮してよい。勿論地球上では、地磁気による影響で、赤道附近では、弱い一次宇宙線のはねのけられ(cut off)、極地ではその影響は最も小さい。その上月表面や惑星表面では宇宙線の入射角(立体角)は 2π であるが、小さい隕石では最高 4π の均一な宇宙線束にさらされているわけである。更にまた宇宙線による破砕反応生成物は空気の場合よりずっと多種多様になってくる。元素の存在比の関係上 Fe, Ni などより下のものが著しい。

一次宇宙線は主としてプロトンよりなる。高エネルギー線束で、15% 程度の α 粒子及び微量ながら CNO 群から鉄核に至る重粒子を含む。多くは 1 BeV (10^9 eV) 程度より高い運動エネルギーの粒子よりなるが、その量はエネルギーと共に急激に減少してゆく。測定されたデータによると、 1.5 BeV 以上の領域では次式のような極めて簡単な関係でその微分スペクトルが表現されるといわれる。

$$dN = K(1+E)^{-2.5} dE$$

N : 線束, E : 各核子あたりの運動エネルギー(BeV) 書き換えて,

$$dN = K(1+E)^{-2.5} \cdot E \cdot d \ln E$$

の曲線をプロットしてみると更にはっきりするのであるが、最も重要な領域, population の高い領域, か $1-10 \text{ BeV}$ 附近であることが示される。平均エネルギー($\bar{E}$)としては、低エネルギー群を考慮に入れて計算して,

$$\bar{E} = \int N E dE / \int N dE \approx 4 \text{ BeV}$$

となり、その線束の強度は空間においては 0.25 粒子/ cm^2 , 秒. Sterad, 即ち α 粒子を 4 個の独立の nucleon に近似すれば、 5 nucleon/cm^2 秒程度となる。

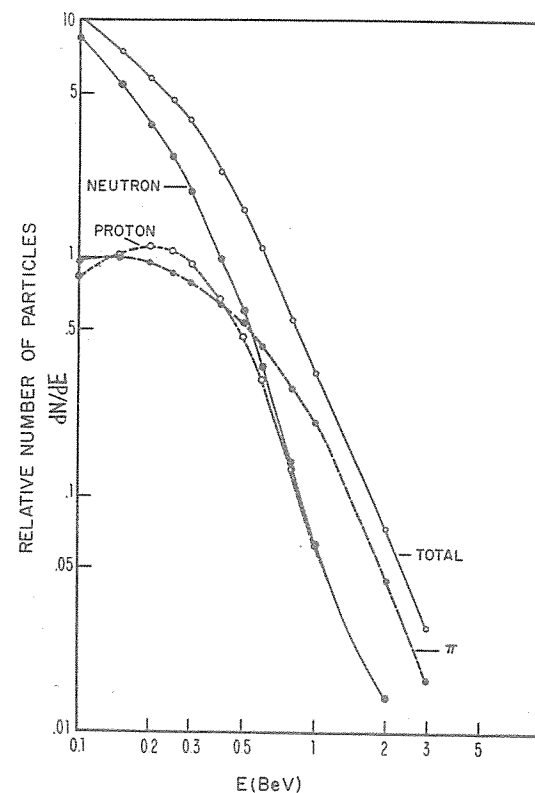
400 MeV 以上のプロトンも重要な構成要素であるが、この附近は Solar Flare の影響を強くうけて消長が著しい。またここで問題にしようとする、宇宙線の影響をしらべるべき試料片は母体隕石の極く表面 (1 cm 以下)ではなく、その下であるとみられる。例えば 100 MeV プロトンの飛程は僅かに 10 g/cm^2 位であってイオン化による消耗が大きく問題にならない。故に一次宇宙線の内比較的高エネルギー粒子のみが物体内部で二次宇宙線を生成する力があり、また低エネルギー二次宇宙線の内重要なものは中性子であ

る。またその中性子のエネルギーは 100 MeV より下、又は (n, γ) 反応生成物(例えば $\text{Cl}^{35} \rightarrow \text{Cl}^{36}$, $\text{Co}^{59} \rightarrow \text{Co}^{60}$, $\text{Ni}^{58} \rightarrow \text{Ni}^{59}$)を考慮する場合には熱中性子迄のスペクトルを問題としなければならない。通常は破砕反応に与ることのできる数 MeV より上の二次線束がわかれば充分な場合が多い。

二次宇宙線が略、平衡状態となった場合、又その前の遷移状態は空気中でよく測定されており定量的なスペクトルが求められている。大気と隕石とはかなり条件が異なる。第 1 後者は密度が高いために π 中間子の核反応が問題となり、第 2 には構成物質の平均原子量が数倍高くなっている。

これらのため、定量的なスペクトルを求めるためにはいくつかの仮定をおいたで近似しなければならない。特に重要な $100 \text{ MeV}-10 \text{ BeV}$ 間及びその周辺のスペクトルの形状は、再び簡単な函数に近似される。隕石の場合中性子、高エネルギー陽子、 π 中間子を合したものを総合した線束として

$$dN = k(0.2 + E)^{-2.5} dE \quad E: \text{BeV}$$



第 1 図 隕石内に生成する宇宙線微分スペクトル (ARNOLD, HONDA, LAL, 1961)
 100 g/cm^2 の深さの鉄質隕石中に生ずると認められる宇宙線の微分スペクトル

が、径 200 g/cm^2 程度の球状隕鉄の 100 g/cm^2 位の深さにおいて比較的低エネルギー領域 ($0.1-3 \text{ BeV}$) で近似されると見られる。この形は一次宇宙線のスペクトルに比して低エネルギー側が極めて高くなっており、 $dN/d \ln E$ の値を比べると、 0.1 BeV 附近の線束は 1 BeV 附近のものより一桁高いことを示している。空気の場合と同じく、大きな隕石の内部においては線束の絶対値は小さくなり、スペクトルは漸次低エネルギー粒子に富んで来る。小さな物体又は大きな隕石の表面近くでは、弱い一次宇宙線の影響を除けば高エネルギー粒子の影響が顕著であり、それらは反応生成物の分布に如実に示される。兎も角線束が求められたとなると次は反応生成物の励起函数が問題となり、両者によって生成速度を算出することができる。すなわち $\int N(E)\sigma(E)dE$ を求める必要がある。 σ : 反応断面積。

極く最近 (1962 年 9 月 5 日) ソ連の SPUTNIK IV (5 ton , 飛行時間 843 日, 最高高度 670 KM) が米国 Wisconsin で回収された。その破片に含まれる放射性

諸元素の測定によると最近の Solar Flare の影響による低エネルギー粒子の写真が強くあらわれている。

2. 破碎反応生成物

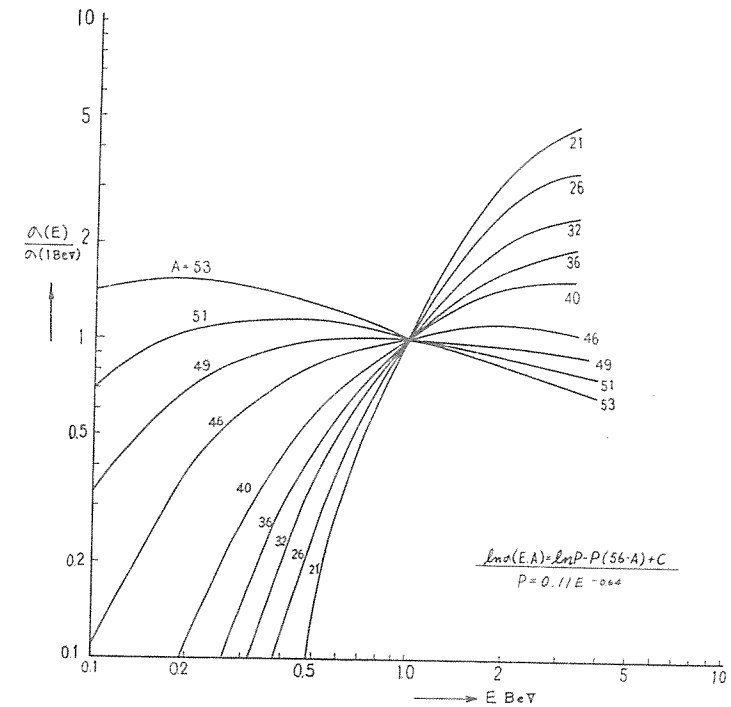
W. F. LIBBY が地上の C^{14} に着目して大きな領域を開拓したことはあまりに有名である。宇宙線と物体との間の反応生成物は C^{14} のみならず非常に多種多様であって、種類からいえば高エネルギー核反応生成物とその主なものである。たとえば O, N より Be^7 , Be^{10} , H^3 , He^3 が生ずる場合は、いずれも 50 MeV 程度以上の中性子を必要とする。隕鉄の場合は Mn, Cr らの同位元素なら、数個の核子をとび出させる程度なので 20 MeV 以上程度でよいが $A=56$ より生成する Be^{10} , C^{14} , Na^{22} , Ne^{20-22} , Al^{26} となるとどうしても 1

BeV 以上でないと収率が高くない。このような核反応の実測は加速器を使って色々行なわれている (10 MeV-25 BeV) が、通常は実験の容易なために短寿命の核種の放射化学的測定のみ限定されている。最近はその質量分析法により K^{40} やアルゴン、ネオンなど安定同位体の生成割合が測定されたり、半成期 10⁶ 年代の Be^{10} , Al^{26} , Cl^{36} などといったもの迄直接放射化学的に測られてもいる (第 1 表)。一般的な反応生成物に対しては実験式やモンテカルロ法による計算方式によって補われている。

手軽でしかも比較的よく合う統計的な半理論式としては RUDSTAM によるものがある。この式は鉄などを含む中程度の原子を標的核とした場合に適用され、

第 1 表 鉄ターゲットより 730 MeV プロトンによる破碎反応生成物の断面積
[HONDA, LAL, 1960, and 1962 (unpublished)]

生成核	半減期	σ (mb), 断面積	Z-SA	Predicted cross section (mb) based on relation in text	Observed Predicted cross section ratio
Mn ⁵⁴	308 d	32	0.6		—
Mn ⁵²	5.6 d	13	0.4		—
Cr ⁵¹ +Mn ⁵¹	27.8 d	27	0.9	(77)	(0.35)
V ⁴⁸ +Cr ⁴⁸	330 d	30	0.2	(47)	(0.64)
Ti ⁴⁴	150 yrs. (assumed)	2.4	1.2	1.8	—
Sc ⁴⁶	83.5 d	6.4	0.8	8.6	0.75
Ca ⁴⁵	165 d	1.4	(1.3)	(0.9)	(1.6)
K ⁴³	22.4 h	0.88	(1.3)	(0.47)	(1.9)
K ⁴²	12.5 h	3.2	0.8	3.0	1.1
K ⁴⁰	1.25 × 10 ⁹ y	8.0	0.1	11.0	0.73
Ar ⁴²	37 y	0.05	(1.9)	(0.02)	(2.5)
Cl ³⁹	55.5 m	0.21	(1.4)	(0.11)	(1.9)
Cl ³⁸	37.3 m	0.83	1.0	1.0	0.8
Cl ³⁶	3.1 × 10 ⁵ y	6.8	0	5.8	1.2
Cl ^{34m}	32.4 m	0.59	0.9	—	—
Si ³²	500 yrs. (assumed)	0.46	(1.2)	(0.23)	—
Al ²⁶	7.4 × 10 ⁵ y	0.43	0.8	0.49	0.9
Na ²²	2.6 y	0.36	0.6	0.33	1.1
Be ¹⁰	2.5 × 10 ⁶ y	1.2	0.7	—	—
Be ⁷	53 d	2.9	0.7	—	—



第 2 図 破碎反応の励起函数 (本田原図)

半理論式(下式)にしたがって破碎反応の励起函数を ΔA の異なる生成物について求めた場合、1 BaV における反応断面積を規準にとった。

$$\ln \sigma(E, A) = \ln P - P/A + C$$

$$P = 0.11 E^{-0.64} \quad \Delta A = 56 - A \quad C: \text{constant}$$

少数のパラメーターで数多くの生成核種の収量の近似値が求められる。原式は各エネルギー、各標的核の実験結果についてそれぞれ、P, Q, R, S の四パラメーターを決定し

$$\ln \sigma(E, A, Z) = PA - Q - R(Z-SA)^2.$$

右辺最後の項は同重体相互間の分配を放物線上の諸点に近似するもので β Stability line に近い所に極大がある。S は $1/2$ に近く Fe では 0.472 である。第一項は質量を異にする生成物の分布を対数的に近似しており、標的核に近い高質量のもの収率が高いことを示す。但し上式はあまり標的核に近い生成物や質量の小さい生成物に対しては適用性が失われる。一般にエネルギーが低い程 P が大きくなり質量による差は著しい。Q はこの式では単なる絶対値へスライドさせるための常数となる。

筆者らはこれを拡張して一般に励起函数を示す式を求め、広く破碎反応生成物の収率を求める方法をとった(次式)。

$$\ln \sigma(E, A) = \ln P - P/A + \ln \sigma_i$$

$$P = 0.11 \cdot E^{-0.64} (\text{BeV}), \quad \Delta A = A_{\text{Target}} - A_{\text{Product}}$$

すなわち実験的なパラメーター Q を消失し $\ln \sigma_i$ (σ_i : 全非弾性生成断面積で E に拘わらず一定と近似する) で置換した。非常に広い範囲を僅か 2 個のパラメーターで近似するのは無理かも知れないので、一応信頼できる実測値を照合することとし、実際には 1 BeV に normalize した上式の励起函数の形状だけを使用した(第 2 図)。この計算方法によると絶対値については β stability からはずれた悪い場合でも 100% の誤差でよい場合には 50% 以下になってかなりよく全体の調和が保たれることが示される。相対的な全同重体同志の比較は一般には更によい一致をみせ精度の高い直接測定と比べることができる。直接測定による実験値、特に絶対値は残念ながら精度が悪く、研究者(室)間の喰い違いは大きい。また標的核としては銅がよく使われ鉄のデータが少ない。このため Mn, Cr のような ΔA の小さな生成物に対しては難点がある、低い収

量の領域ではCやAlの例は多いがO, Mg, Si, Caなどを標的核とする測定列に乏しいことも不自由な点で半定量的な推定値を使用せざるを得ない。また普通、照射には陽子が用いられるが、実際には中性子や π 中間子が働くわけであるから、質量的変化の小さい生成物に対しては正確な事情がわかり難い。たとえば酸素からBe⁷の生成を問題とすると、C(p, spall)などのデータを転用せざるを得ない。このアナロジーは常に成立するとは限らない。また進んで、Be¹⁰の生成についてもBe⁷と同程度と思われたのに、プロトンによる実測を試みた結果によればその1/2乃至1/3程度になることが示されている(第1表)。

線束と励起函数を別々に決定して行なうやり方以外にもっと直接的な方法がある。原理は簡単で、上記一次宇宙線に匹敵する高エネルギープロトンを、隕鉄にみたてた厚い標的に照射し標的内に生成した核種を測定してゆけばよい。簡単に考えれば照射粒子は宇宙線

の平均エネルギーに匹敵する3 BeV程度が適当である。できれば各エネルギーの実験を繰返し一次宇宙線スペクトルにしたがって較分比例すればよい。標的内で生成する核種は種々あるがその空間的な分布はそれぞれ異なる。Fe⁵⁵, Mn⁵⁴のようなものは照射線軸の上ばかりでなく、非常に分散しやすい二次低エネルギー中性子で生成してくる。また、生成量は入射点から数cm位の深さの所で最高値となり漸次単調に減衰して行く。球状と考えられる隕鉄の大きさ、試料片の位置(深さ)の函数として、空間であらゆる方向に均一に照射する宇宙線に対してこのデータを適用すると、我々の求める解が出てくる。これは最も直接的なモデル実験で、データさえ揃えば充分精確な計算が可能である。現在の所まだ安定同位元素や長寿命の核種に対しては線束が不足である。

以上の種々の方法で求めた生成速度は、隕石のように長時間照射をうけて放射平衡にあると考えられ、試

第2表 鉄質隕石中の長寿命放射性核種含量
(HONDA, ARNOLD 1961; HONDA, SHEDLOVSKY, ARNOLD 1961,

試料	落下時	回収量 (kg)	Be ¹⁰ (2.5-10 ⁶ Y)	Al ²⁶ (7.4-10 ⁵ Y)	Cl ³⁶ (3.1-10 ⁵ Y)	Ti ⁴⁴ (~200 Y)	
Aroos, (Jardymlynsky)	Azerbaijan U.S.S.R.	1959	150	4.1±0.4	3.6±0.4	14 ±1.4 16 ±1.6	4.4±0.4
Deep Springs (Ni-Richtaxite)	Rockingham County N.C., U.S.A.	発見	11.5	—	—	6.0±0.6	—
Mt. Ayliff	Africa	発見	13.6	—	—	17±2	—
Grant	New Mexico Kansas. U.S.A.	発見	500	4.0±0.3	3.6±0.2	12.4±1.2*	—
Williamstown	Grant County Kansas, U.S.A.	発見	31	3.5±0.4	2.9±0.4	3.8±0.7	—
Clark County	Kentucky U.S.A.	発見	11	—	—	4±1	—
Treysa	Hesse Germany	1916	63	—	—	22±2	3.0±0.7
Admire-Metal (Pallasite)	Lyons County Kansas, U.S.A.	発見	111	1.7±0.3	1.5±0.5	7.4±0.9	—
Odessa-I	Ector County Texas, U.S.A.	発見	>1000	2.1±0.1	1.1±0.1	5.1±0.5	—
Odessa-II	"	発見	"	1.0±0.7	—	6.5±1.3	—
Sikhote-Alin (Ussuri)	Eastern Siberia U.S.S.R.	1947	454	2.4±0.3	—	8.8±0.9	1.8±0.4
Carbo	Sonora, Mexico	発見	80000	1.6±0.3	—	5.5±0.6	0.3±0.7
Canyon Diablo	Coconino County Arizona, U.S.A.	発見	>30000	0.8±0.2	0.8±0.3	1.1±0.2	—
Brenham-Metal (Palla-siderite)	Towa County Kansas U.S.A.	発見	4320	0.2±0.4	0.1±0.5	0.1±0.2	—

Aroos, Grant, Williamstown, Admire-Metal, Odessa-I, Canyon Diablo の Be¹⁰, Al²⁶, Cl³⁶, Mn⁵³ は発表済み、他は未発表。

H³, C¹⁴, Ar³⁹ 及び Grant の Cl³⁶ は他研究室の測定値、Aroos 及び Sikhote-Alin 中の Co⁶⁰ は落下時の値

料の比放射能と等しくなる筈である。但し K⁴⁰ のみは例外的に長い半減期の核種であり、安定同位元素との中間的存在で、それ自身隕石に秘められた古い記録(10⁹ 年)を物語ってくれる唯一の核種として重要である。

3. 隕石中の生成物測定例

現在隕石以外にも人工衛星 (Discoverer 17, 18, 25, Sputnik IV 等) 中に生成する放射性核種がぼつぼつ測定されているし、将来そのような研究が発展してくるであろうが、今迄の所隕石がその宇宙旅行の記録を最もよく伝えてくれるものである。

鉄質及び石質隕石について研究された数例を表示してみる(第2表)(第3表)。一般に落下直後のものにはかなり多数(20 種以上)の測定しやすい核種が認められている。しかし特に隕鉄の場合は落下時のわからない場合が多く、通常はその長寿命(10⁵ 年以上)のものが対象となるにすぎない。たとえば Ni⁵⁹(8-10⁴ 年)や

Cl³⁶(3-10⁵ 年)でも既に壊変してしまったものすら見出される始末で、逆に落下時の年代測定ができる。

これらの測定には通常少なくとも 100 g 以上の試料が必要で、1 kg あればかなり楽に放射能測定が可能である。鉄中の Mn⁵⁴ や石中の Be¹⁰, Na²², Al²⁶ では生成速度が高いために数十 g で充分測定にかかって来る。これらの測定のためには 0.1 dpm β 程度のもの迄測る必要がおこるので低レベルカウンターが有要である。この際に特に問題になるのは所謂汚染で、注意深い化学的操作と測定技術が必要となる。Ni⁵⁹, Co⁵⁶⁺⁵⁸, Fe⁵⁵, Mn⁵³, Cr⁵¹, V⁴⁹ などに対しては低レベル X 線計数管が必要で β 計数管と同程度の自然計数の条件下で、測定の性質上数%の計数率を以て測られる。 γ 計数管による測定も Na²², Al²⁶, Mn⁵⁴, Co⁵⁷, Co⁶⁰ 等に対して有効である。Na²², Al²⁶, Ti⁴⁴ に対して γ -同時法によるときは自然計数は極端に低い計数効率もおちる(2% 程度)ので一週間も連続測定

(単位 dpm/kg)

HONDA Unpublished)

Mn ⁵³ (>2-10 ⁶ Y)	Ni ⁵⁹ (8-10 ⁴ Y)	Co ⁶⁰ (5.26 Y)	H ³ (12.5 Y)	C ¹⁴ (5600 Y)	Ar ³⁹ (325 Y)	Ar ³⁶ ×10 ⁻⁸ cc/g
515±52	60±15	17±2	35±7	1.8±0.3	16±1	28
570±60	0±34	—	—	—	—	58
—	40±20	—	—	—	0.1±0.2	28
360±40	56±14	—	0	—	0.02±0.09	18
360±40	0±14	—	—	—	—	17
320±35	—	—	—	—	0.9±1.3	46
270±30	60±14	—	80±12 100±30	—	21±1 13±0.6	21
200±20	300±30	—	—	—	—	2.5
240±24	70±25	(<10)	—	0.29±0.11	0.1±0.2	1.6 3.5
200±25	—					
250±25	45±17	95±10	0±0.8	1.7±0.4	5.5±0.6 7.1±0.4 4.5±0.3	6.4
230±50	74±16	0±2	—	0.71±0.12	0.02±0.09	12.6
120±14	60±15	(<10)	—	—	0.00±0.15	—
<15	<20	—	—	—	—	0.0

Ar³⁶ 含有量は Cl³⁶ と比較して宇宙線年代測定のために用いられるので附加した。Signer 等による測定値で、特に同じ隕石でありながら Odessa-I-II の Ar³⁶/Cl³⁶ の値は非常に喰い違っている。

第3表 石質隕石中の放射性核種 (HONDA, UMEMOTO, ARNOLD (1961); HONDA 未発表)

試料	落下時	回収量 (kg)	鉄含量 (%)	Be ¹⁰ (2.5-10 ⁶ Y)	Na ²² (2.6 Y)	Al ²⁶ (7.4-10 ⁵ Y)	P ³² (14.5 d)	Cl ³⁶ (3.1-10 ⁵ Y)	Sc ⁴⁶ (84 d)	Ti ⁴⁴ (200 Y)
Bruderheim, Alberta, Canada	1960	250	22	19±2	90±10	60±6	—	7.5±0.8	6.2±0.6	2.0±0.2
Harleton Texas, U.S.A.	1961	10	22	21±2	64±7	45±5	14±2	7.0±0.7	5.4±0.7	1.4±0.2
Achilles, Kansas, U.S.A.	発見		22	19±2	—	50±5	—	6.0±0.6	—	—
Ehole, Angola, Africa	1961	>5	30	19±2	84±17	70±7	—	7.8±1.0*	—	—
Admire-Stone, Kansas, U.S.A.	発見	111	8	14±2	—	43±4	—	—	—	—

試料	V ⁴⁸ (16 d)	V ⁴⁸ (330 d)	Cr ⁵¹ (28 d)	Mn ⁵³ (>2-10 ⁶ Y)	Mn ⁵⁴ (300 d)	Fe ⁵⁵ (2.6 Y)	Co ⁵⁷ (240 d)	Co ⁵⁸ (84 d)	Ni ⁵⁹ (8-10 ⁴ Y)	H ³ (12.5 Y)	Cl ³⁴ (5600 Y)	Ar ³⁷ (35 d)	Ar ³⁹ (325 Y)
34±7	34±2	110±27	85±17	100±13	340±80	11±1	9±1	12±3	260±30	63±5	23±4	9.4±1.1**	10.5±1.0
17±2	20±6	60±20	44±8	38±5	≤180	4±1	6.5±0.7	1.5±0.5	6±6	—	57±5	56±7.6	9.2±0.4
—	—	—	60±12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	110±20	90±20	500±100	14±6	4.8±1.2	—	295±10	—	13±2	16.5±2	7.8±0.3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17±1.5	—	—

Harleton, Ehole の測定値は未発表; H³, Cl³⁴, Ar³⁷ 及び Ar³⁹ は他研究室の測定値
 * metal 18±2, silicate 6.2±0.8 ** metal, Ar³⁷/Ar³⁹≒ 0.84, silicate 1.58

を必要とするときがある。試料を損することなく直接 1 kg 程度の隕石を借りて来て大きなシンチレーターを利用して測定することもできる。Na²², Al²⁶, Co⁶⁰, Mn⁵⁴ がこの方法で測られている。今日尚測定に成功していない核種は Mn⁵², Ca⁴¹, Be⁷ などである。

安定同位元素の方は歴史的にも古く、既に 1952 年頃より He³ などが測定されて来た。現在では多数の揮発性、不揮発性、同位元素が測定されており、放射性核種のデータと比較して種々な議論の材料になっている。不揮発性同位元素の測定は尚おくれており、隕鉄中 Cr⁵⁴, Ti^{49, 50} などが容易に測定できる筈であり、また石質隕石中の測定が殆んどなされていない。用いられる質量分析法の感度が高いため、通常 g の桁の試料で充分測定が行なわれる。したがって大きな隕石試料の場合には生成物の含量の分布が調査されている。

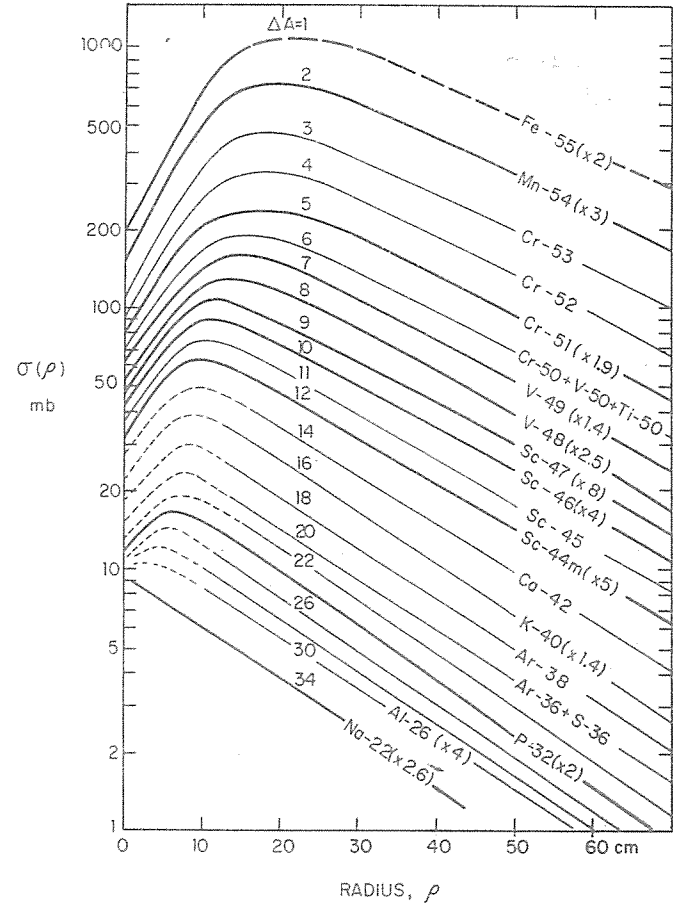
たしかに試料の中心近くに含量の極小の点があるなど濃度線が球状に閉ぢているものが知られているが、そうでないものもある。放射性元素の方はこの点研究がおくれている。

測定核種の数が増加すればする程、また測定精度が向上すればする程、議論の根拠が強固なものとなってゆくが、屢々、資料が質と量の面で貧弱なために混乱をおこすことがあるのは残念である。

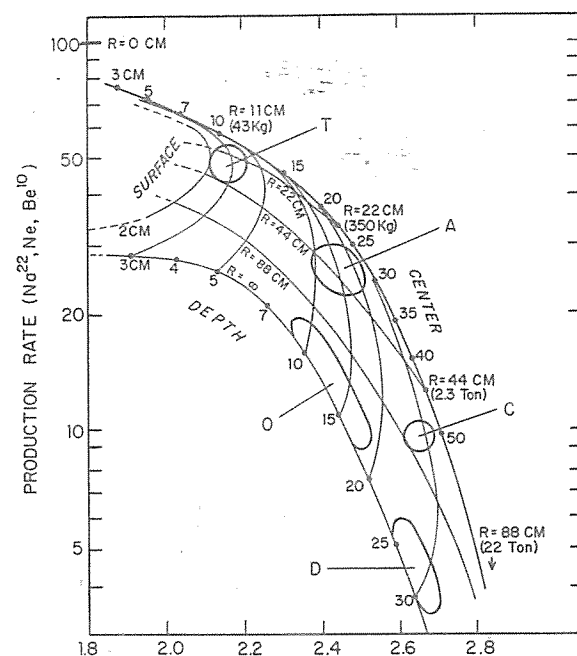
前項に記載した方法で求めた生成速度を実測値と比較することは重要である。数式的にも予知されていることであるが、相対的生成速度(R)を ΔA の簡単な函数としてあらわすことができる。

$$R=k, \gamma(\Delta E)^{-R_2} \quad \gamma=\sigma(A, Z)/\sigma(A) \leq 1$$

$\sigma(A)$: 全同重体生成断面積, R_1 及び R_2 は、多数の生成物のスペクトルをあらわすパラメーターで隕石試



第3図 隕鉄の経とその中心における生成速度との関係 (本田, 1962)
 (3 BeV プロトンによるモデル実験より) (Xn): $n = 1/\gamma = \sigma(A)/\sigma(A, Z)$



第4図 絶対及び相対生成速度と隕石の大きさ及び深さとの関係 (本田, 1962)

(3 BeV プロトンによるモデル実験より)

T: Treysa 等 A: Aroos 等 O: Odessa 等 C: Carbo D: Canyon Diablo

第4表 鉄質隕石中の安定同位元素
(STAUFFER, HONDA 1961, 1962: WÄUKE, 1960, 及び SIGNER, NIER 1961)

試 料		回収量	10 ⁻⁹ g/g					10 ⁻⁸ cc STP/g			K ²³⁸
			V ⁵⁰	K ⁴⁰	Ca ⁴³	Ca ⁴⁶	Sc ⁴⁵	Ar ³⁸	Ne ²¹	He ³	
Clark County	発見	11	7.2±0.8	0.82±0.03	2.9±0.5	0.074 ±0.020	4.4±0.3	69	15.2	1095	2.36
Mt. Ayliff	発見	13.6	5.17±0.34	0.60±0.02	2.0±0.2	.046±.006	3.4±0.3		8.9	868	2.39
Aroos	1959 落下	150	4.79±0.40	0.49±0.03	1.7±0.15	.039±.004	—	43	8.15	655	2.45
Williamstown	発見	68	3.48±0.30	0.37±0.02	1.18 ±0.10	.034±.004	—	29	5.3	465	2.53
Treysa	1916	63	2.47±0.20	0.38±0.02	1.15 ±0.06	.030±.002	1.8±0.2	33	8.0	580	2.13
Carbo	発見	454	2.43±0.26	0.22±0.01	1.05 ±0.15	—	1.4±0.2	18.5	3.2	315	2.64
Sikhote-Alin	1947	80000	1.01±0.08	0.13±0.01	0.49 ±0.05	.0114 ±.0015	—	10.5	2.1	165	2.36
Bruderheim- metal phase	1960	300	0.38±0.17								

Sc⁴⁵ は Wänke; Ar, Ne, He は SIGNER らの測定値

$$* C(A, Z) = \frac{\sigma(A, Z)}{\sigma(A)} K_1 (\Delta A)^{-k_2}$$

料の特徴, すなわち隕石の寸法とか試料片の深さ, に
対応している。

本稿では表にあげた各測定値の隕石研究における意

義又はひろく宇宙化学的な意義については省略する。

これらの資料からとりあげられる諸問題は,

(1) 宇宙線の強度, スペクトルの時間的, 空間的な

第5表 石質隕石中の安定同位元素測定例
(ZÄHRINGER 等 1962 より)

分 類	試 料		回収量	10 ⁻⁸ cc/g			重 量 百分率 Fe
				He ³	Ne ²¹	Ar ³⁸	
<i>Siderolite</i>							
<i>Pallasite</i>							
	Admire	発見	750	134	41.2	0.87	8
<i>Mesosiderite</i>							
	Lowicz	1935	59	86	19.2	7.9	
<i>Chondrite</i>							
<i>Enstatite-Ch</i>							
	Abee	1952	107	12	2.5	—	32.6
	Indarch	1891	27	13	3.6	0.47	33.2
	Kunaschak	1949	200	6.1	1.7	0.12	15.9
<i>Bronzite-Ch</i>							
	Breitscheid	1956	1.5	47	7.9	—	25.7
	Bruderheim	1960	300	47	10.1	1.41	22.5
	Richardton	1918	90	32	9.5	0.96	30.6
<i>Hypersthen-Ch</i>							
	Bjurböle	1899	330	19	4.4	0.73	20.6
	Holbrook	1912	216	31.5	8.2	1.06	
	St, Michel	1910	17	31.5	8.2	0.80	22.1
<i>Carbonaceous-Ch</i>							
	Murray	1950	7	4	1.1	—	21.3 (C: 2.8, S: 2.8) (H ₂ O: 12)
	Mighei	1889	8	2	0.65	—	21.3 (C: 2.5, S: 3.7) (H ₂ O: 13)
<i>Achondrite</i>							
<i>Ca-poor</i>							
	Norton County	1948	1050	220	63	2.6	1.6
	Pesyanoe	1933	3	252	30.5	—	1.2
<i>Ca-rich</i>							
	Nuevo Laredo	発見	0.5	3.8	0.49	1.79	(Fe+Ni) 16
	Pasamonte	1933	4	7.9	—	0.91	
	Sioux County	1933	4	24	3.85	2.7	
	Kapoeta	1942	11	57.5	—	—	14.5
	Shergotty	1865	5	4.7	—	0.33	17.0

変動又は恒常性; (2) 隕石の宇宙線照射年代及び地上
における落下後の年代決定; (3) 隕石や小惑星群の空
間における生成, 軌道, 破壊, 磨耗, 地上に落下した
際の変化, 地上に長時間おかれた場合の変化; (4) 試
料の母体隕石中における位置, 母体の大きさ; (5) 空
間における一般の高エネルギー反応の定量的な解釈,
例えば元素の生成時, 原始太陽の反応や月及び各惑星
表面, 人工衛星でおこる核反応; (6) 隕石の鑑別同
定, その他になるのであろう(第3図, 第4図). 地上
における宇宙線の影響を直接測定した例もあるので第
6表に示した. 前記のようにこれらの値は高空を飛ぶ
ジェット機や人工衛星及びその搭乗者に対しては 10²

~10⁸ 程高くなることは容易に類推されるであろう.

その他に属する一例として次のようなものもある.
一寸古い隕鉄より抽出された Mn⁵³ は Mn⁵⁴ を含まな
い. 一方加速器 でつくった Mn⁵³ は Mn⁵⁴ を含むこと
をさけられないために, Mn⁵³ の X線測定による半減
期測定を妨害する. 現在その半減期は 2・10⁶ 年以上
となっていて不明であるが, この測定には隕鉄中より
抽出された Mn が便利であり, 質量分析法によって
Mn⁵³/Mn⁵⁵ (約 1 ppm) が測れさえすればよいだけにな
っている.

4. 高エネルギー核反応と同位元素分布

前述のなかにある一般の高エネルギー反応のモデル

第6表 地上で直接測定された宇宙線生成物
(RAMA, HONDA, 1961)

標的核	生成核種	生成速度(海面上) (測定値) 原子/分・kg	生成機構
O	Be ⁷	0.049±0.012	(n, spall)
Cl	P ³²	0.24±0.03	(n, α)
	P ³³	0.09±0.04	(n, 2pn)
S	P ³²	0.52±0.06	(n, p)
Ar	P ³²	0.041±0.010	(n, 3p4n)
	P ³³	0.034±0.008	(n, 3p5n)
	S ³⁵	0.076±0.019	(n, 2p4n)
	Cl ³⁹	0.2±0.02	(n, pn) +(μ ⁺ , n)
Hg	Au ¹⁹⁸ +Au ¹⁹⁹	0.12 ±0.01 {0.064±0.007 {0.059±0.011	(n, pxn) (μ ⁺ , xn)

として宇宙線生成物の知識は充分参照されるものである。超新星の爆発や原始太陽系における太陽の活動に類する現象など、は宇宙線のような加速荷電粒子の生成を受持っていたとされている。このような時期に隕石や地球の成分が分離して固化した又は固化していたことを考えると、隕石中の同位元素組成にもその化石が見出されてよいわけである。勿論隕石と地球との比較のみが現在可能であるが、既にいくつかの測定例が報告されている。特にNiやFeより下の微量成分の元素(特に揮発性物質)では所謂宇宙線生成物の影響を差引いて議論しなければならない困難がある。たとえばHe, Ne, Arなどは揮発による同位体効果もあったであろうしおそらくかなり変異があったのであろうが、その検出は極めて難しい。しかし隕石より抽出したXeの同位体組成をREYNOLDSらが精細に測定した結果によると、軽い同位体のXe¹²⁴, Xe¹²⁶の相対的な濃縮が極めて顕著に認められた。この結果は所謂宇宙線生成物による影響では到底説明つけられない。

第7表に現在迄に行なわれた各元素に対する実測例を示したがこれらの説明には数々の機構が考えられている。

筆者の概算によればこれらの異常をひきおこすためには現在隕石で検出される所謂宇宙線生成物の10³~10⁴倍の影響がなければならぬ。この程度の影響が隕石と地球との分離後あたえられたとすれば地球に対して質量の10⁻³しかない小惑星即ち隕石中にその効果がよく観察されて不思議はない。また一般にその結果として隕石中の同位元素組成は軽くなる傾向にある。

第7表 隕石中における同位元素(異常)
組成測定例 (REYNOLDS以降のもの)

元素	異常の傾向* (隕石/地球)	程度	測定者
Xe	軽	50%程度 (Xe ¹⁷⁹ は例外)	REYNOLDS(1960) 等多数の研究あり
Kr	無	10%以内	同上
Tl	無	1%以内	ANDERS等(1960)
Ag	軽	2%程度	MURTHY(1960)
"	無	1%以内	ANDERS等(1960)
Ba	軽	2%程度	梅本(1961)
Ce	無	1%以内	同上
Mo	無; 重	最高5~7%	MURTHY(1962)
Sm, Eu, Gd	無	1%以内	MURTHY SCHWITT(1962)
B	軽	5%	島(1962)
Li	軽	15%	島, 本田(1962) 印刷中
V	軽(?)	5%程度(?)	島夫人, MURTHY 本田未発表
Ge	無(?)		島夫人未発表

* 無: 異常を認めなかったもの
軽(重): 軽(重)い同位元素が隕石中で濃縮しているもの。

古くから軽希元素, Li, Be, Bは元素の正常な生成過程から除外されており、高エネルギー反応生成物といわれている。その生成はCNOのような存在量の高い中元素に高エネルギー粒子が衝突した結果であるとされている。たしかに石質隕石中のLi⁶, Be⁹, B¹⁰の存在量は略、等しく0.1~0.01 ppmにまたがっている。存在量の比率が等しいことは破碎反応の影響を裏付けているようである。その量も宇宙線の影響の10³程度である。Li⁷は例外的に高いがHe³+He⁴などの副反応生成物であるらしく、またB¹¹はC¹¹を含めて、すぐ隣りのCNOから近いことで生成量が高くなってよいと説明できる。隕石中での実際でLi⁶やB¹⁰が地球上の岩石に比して比較的濃縮されている結果も他の重元素における実験事実と平行していると認められる。このような研究例が積み重ねられてゆくと、もっと模様がはっきりして来るであろうし、その結果は宇宙化学的にみて特に太陽系の初期の状態に対して重要な示唆があたえられることが期待される。

追記 本稿に引用した図表中、第2図、第1, 2, 3表の諸数値の一部又は大部分は未発表のものである。これらの研究は在米中National Aeronautics and Space Administration(NASA)及びU.S. Air Force Geophysics Research Directorateによって援助さ

れたものであることを附記する。

これらの研究を援助、協力された協同研究者、D. LAL, M. ANDERSON, H. STAUFFER, RAMA, 梅本春次、島夫妻、の諸氏また終始測定、討論を通じて激励されたProf. J. R. ARNOLDに感謝する。

雑 録

昭和39年度国際地球内部開発計画(UMP)について

すでにニュース21号で菅原委員長から、昭和38年度のUMP計画に対する地球化学研究会の基本的態度が説明され、この研究に参加する希望者への呼びかけが行なわれた。

ところが、38年度においては、静穏太陽観測年および印度洋観測などの国際的な緊急総合研究の実施が強く要望され、UMP計画は1962年、当時米国、ソ連およびカナダの参加が明らかにされたに止まって、広い国際計画としては未熟であるとの理由で38年度予算を見送ることになった。

39年度の予算請求は本年6月ぐらゐまでにしなければならず、3月中には一応の予算案を作る必要がある。本年になってから学術会議のUMP計画小委員会では数回、幹事会および世話人会をひらき、研究計画の骨子をきめ、去る2月11日にUMP計画小委員会においてそれを討議した。原案は1)地震の原因とマントルの関係、2)火山噴火の機構とマントルの関係、および3)deep drillingの三つの題目を計画の三つの柱とし、実際に研究する地域として次の三地域をえらんだ。

- A地域: 30°N線をはさんで南北2°の幅、すなわち北上山地を横断し東は日本海溝、西は山形県をへて日本海に達する地域(世話人: 牛木正夫)
- B地域: 佐渡が島から伊豆マリアナを結ぶ地帯(世話人: 久野 久)
- C地域: 135°E線をはさんで東西2°の幅、すなわち山陰沖から室戸岬を結ぶ地帯(世話人: 宮村慎三)

これら三地域が選定された理由は、B地域は日米科学協力委員会でもとりあげられている問題をふくんでいることで、AおよびC地域はそれぞれ、東北日本および西南日本のprofileとして一応A, B, Cで本州を代表できようとのことである。

前述の三課題とA, BおよびC地域とをくみ合わせた次のような具体的な研究計画が2月11日の小委員

会で討議された。

A 地域	地震の原因	火山噴火	deep drilling
levelling (1) (検潮をふくむ) 海上重力、地磁気(2) 陸上重力(2) 人工、自然地震 地殻潮汐 熱流量、岩石中の発熱源 岩石の平均組成 放射性元素	新生代火山岩	層厚図作製のための地質調査 質地断面図	
B 地域	地震の原因	火山噴火	deep drilling
levelling (2) (検潮をふくむ) 人工および自然地震 海上重力、地磁気(1) 陸上重力(二等水準点測量をふくむ) 熱流量 海底地形および地質絶対年代測定 第3紀層構造	第3紀および4紀火山岩第4紀火山活動 tephrochronology	deep drilling	
C 地域	地震の原因	火山噴火	deep drilling
levelling (3) (検潮をふくむ) 海上重力、地磁気(3) 陸上重力(3) 物性、熱流(地殻潮汐) 微山地震構造(表面波、地磁気、地質構造) 運動(測地、連続測定) 岩石の平均組成 段丘 地殻潮汐 放射性元素	新生代火山	地質断面図 深部地震観測所の設置 局発性地震の巣 三波川のbase	

以上の項目の外に、A, BおよびC地域にかかわらないものと一般的な問題として、高温高压下での実験をふくめた室内実験paleo magnetism、隕石、および平常観測などが別項目として考えられている。また各細目とも固定したものではなく、地震と噴火の主課題のどちらへも流通性をもつものと考えてよい。

この計画は 39 年からの 3 年間に実施という目標である。しかし研究によっては性質上 3 年の間に完結するようなものばかりとはいえない。今回の企画はそれを通じて、地学各分野がよりよく協力して地球の理解に進む道が拓かれるという点で大きな意義がある。とはいえ、3 年間という期間があるので、予算案を作製するに当っては、なるべく現在の人員配置および施設を利用して研究するということを基本的な方針とすべきである。あらたに大きな装置を購入して、調整に追われて 3 年たってもデータが出る見込みがないような計画は避けるべきである。

予算案と関連して一番重要なのは、drilling の規模である。すなわち深いものを数少なく掘るか、あるいは比較的浅いものを数多く掘るかということである。地震学者からは比較的浅い (1000 m ぐらい) のものができるだけ多く掘りたいという要望があった。これに対して通産省では A および C 地区で 1000 m クラスの drilling を今後 3~4 年間に 10 箇所ぐらい行なう予定があるので、そのような機関とよく連絡をとることで人工地震研究者の要望は満たされるということになり、UMP 計画としては 4000 m ぐらいのものを 1~2 本掘ることにしたらよいという方針がきまった。いうまでもないが、4000 m ぐらいの drilling を日本でやっても、マントル物質を直接採取できる可能性はないが、現状で、できるだけ深いものという意味で 4000 m という考えが出されている。すでに地質調査所では粕壁 (埼玉県) で 3600 m の drilling に成功していることもあり、drilling は地質調査所が世話掛りとなるように委託された。

地球化学研究会ではその中に小委員会を作り UMP 計画に積極的にはたらくことをきめ、小委員として菅原、岩崎 (世話役)、斎藤、半谷、本島、松尾の 5 名を選出した。この小委員会は 2 月 18 日に東京工大に会合を行ない、上述の案の線に沿って地球化学的研究題目を討議した。その結果次の五つの研究題目がえられた。

1. 岩石、海底堆積物中の K, U, Th および Pb の存在量、分布の研究
(特に heat flow 研究グループからの要請もある)
2. geochronology
(年代決定グループというものはまだ UMP 計画の中ではないようである)
3. 岩石、特に地下深所の物質、たとえば olivine nodule, peridotite あるいは eclogite の研究

(微量成分元素および安定同位体の存在量および分布の研究)

4. 火山ガスの研究
(特に B 地区の活火山について行なう)
5. 隕石の研究
(マントルとコンドライトの対比、理論的研究をも含む研究グループの結成)。

従来 UMP 計画の情報は地球化学研究会にはあまり徹底していなかったので、この機会にやや詳しく UMP 計画の現況を報告するわけである。

上記五つの研究課題に対する御意見および研究への参加に関心を寄せられる向きは本会小委員会又は岩崎世話掛宛御申し出いただきたい。

予算案作成の都合上、お申し出は 3 月一杯にして下さることを希望する。(松尾 禎 士)

地球化学将来シンポジウム

1963 年 2 月 9 日 東京 (学士会館本郷分館)

1. 開会の挨拶 司会者 渡 辺 武 男
地球化学部門で将来計画についての討論が要請されるにいたった経過の説明があった。

2. 将来計画委員会の経過報告 半 谷 高 久
将来計画委員会 (資料 1 参照) は昨年 12 月と本年 1 月の 2 回招集され、将来計画に対する態度として、学術会議に提出することを念頭において、しかもそれとははなれて地球化学全体の将来計画を考えることが確認された。具体的には日本における地球化学研究の現状分析に着手することがきめられ、その結果に基づいてこのシンポジウムが開かれるにいたったことが報告された。

3. アンケートに関する報告 松 井 義 人
このアンケート (資料 2) は化学系および化学系以外の関連分野の研究者で 40 歳以下の人を対象に発送されたが、回答を集計してみると両方のグループに回答内容の本質的差異が認められなかった。この所にこれから議論を進めて行く基盤が見出される。集計結果からは研究体制上の欠点、関連分野との連携不足が特に強調される。

4. 現状分析に関する報告 一 国 雅 巳
研究機関、研究者、研究設備、教育などに関する統計 (資料 3)。

5. “仮称実験地学研究所” について 松 尾 禎 士
久野試案である“仮称実験地学研究所”についてのこれまでの経過と内容が紹介された (資料 4 参照)。

紹介に引続いて司会者渡辺武男より久野試案が出るにいたった経緯の説明がなされた。説明によればこの試案は学術会議長期計画委員会の要請にもとずいて討論の材料として提出されたもので、これからの討論によって大きく変わって行く性質のものである。

6. 閉会の挨拶 菅 原 健
問題は何となくみんなが化学出であることに劣等感をいただいているということで、これは日本の教育に欠陥があるためでもあり、社会、個人の問題でもある。化学を出ても本人さえその気になれば卒業後に他の分野の知識を獲得することができる。地球化学を研究する人を増やし、また各自が努力すれば地球化学は必ず進歩する。何より優秀な学者が出るが必要である。外国の学者が秀れているように云われているが彼らは少数しかいない。外国で日本人が重宝がられるのは分析技術が確かだからで頭脳が買われているのではないことが残念である。日本の技術を伸ばす一方、立派なアイデアを持つ人材の養成に努めなければならない。

現状分析の統計について一言すれば、ほかの分野の統計を出して比較してみる必要があったのではない。化学における地球化学の位置はかつての生物化学の位置に類似している。現在生物化学がそれほどに発展したのは人生に密接なつながりを持っているため、地球化学発展のためにもこの問題を慎重に考えてみなければいけない。

最後に“地球化学”という語について述べてみる。地球化学がつくられた初期においては主として地殻が研究の対象であった。しかし今日においては地球全体を考察しなければならなくなった。“マントル”が屢々問題にされているが今日は未だその研究を云々する段階になっていないと思う。Outer space についても同様で、その分野の知識、技術を備えた人材を養成することから始めなければならない。今後とも問題をはっきり把握して充分考えて行くことが大切なことである。

資料 1. 地球化学将来計画委員 (1963 年 2 月現在)
菅原 (委員長、名大)、石橋 (化研連)、太秦 (化研連)。
在京委員: 岩崎、桂、三宅、松尾、須藤、鈴置、渡辺、久野、松井、長島、増田、半谷、一国、神谷、石渡、本島、高橋清、杉村。
事務局: 都立大学理学部化学教室内 半谷高久

資料 2. 地球化学将来計画に関するアピールとアンケート

日頃我々がじかに研究の場で触れているように近年における科学と技術の発達は全く目覚ましいものがある。新しい研究の分野は飛躍的に増大し、境界領域は次第に埋められようとしている。国内の各自然科学部門において長期計画の青写真が練られている事情も前述の背景において始めて正しく理解されよう。このような歴史的趨勢は当然のこととして否応なしに我々の専門とする地球化学にも新しい epoch をもたらそうとしている。地球化学の初期においては、その研究に用いられる方法—物理化学的; 分析化学的—は化学教室において開発、発展させるだけの充分な意義を有した。また元素の産出の研究は歴史的に無機化学の一分野としての意義があった。しかし現在では情勢は大きく変化している。何よりも若い研究者の少ないことが、相応の研究施設をもたない地球化学の窮状を雄弁に物語っている。

研究は個人的問題であるということは確かに一面において正しい。しかし個人の力を超えた多くの問題が研究の面や組織の面に山積していることは明らかである。これらの問題を日本の地球化学の現状分析と将来の展望の上にならって真剣に考え、さらに建設的将来計画を作り上げたいと心から願うものである。このためには活発な討論をまず盛り上げる必要がある。

このアピールとそれに基づくアンケートは 1962 年 12 月 1 日行なわれた地球化学将来計画委員会の委任によって行なわれるものである。なお、この委員会席上、若い研究者が本計画の重要な推進力の一つとなって欲しい旨、特に菅原、岩崎両委員から力説されたことをつけ加えておきたい。

1962 年 12 月 15 日

地球化学将来計画委員会幹事

都 立 大 理 一 国 雅 巳

東 大 理 松 井 義 人

- 1) 地球化学の研究分野で将来特に推進すべき方向 (必ずしも一つには限らない) は何か。(現在盛んに行なわれている分野でもよい)
- 2) 現在わが国の地球化学の分野で特に立ち遅れ、または弱体であって何らかの対策がなされるべき分野はないか、あるとすればそれは何か。(世界の趨勢、本来地球化学が cover すべき研究対象と関連して)
- 3) 現在わが国の地球化学研究の障害となっている組織上の難点は何か。
- 4) 将来の地球化学の研究体制はいかにあるべきか。(研究機関、施設および人間配置と関連して)

- 5) 現在わが国の地球化学教育上の欠陥は何か。(若い研究者が段々少なくなりつつあることに関連して)

地球化学将来計画のためのアンケート集計結果
地球化学将来計画を立案するための基礎資料として別紙のようなアンケートを地球化学又はこれと関連のある分野の研究に携っている40歳以下の研究者を対象にして発送した。

全送付数75通のうち37通(約50%)が回収されたことは地球化学の将来に関してこれらの中堅、若手研究者のよせる関心がきわめて高いことを示している。整理の便宜に化学系出身の研究者と関連分野(地物、地質など)出身の研究者に分けてみるとアンケートの回収率は下表の通りである。

	送付数	回答数
化学系	45	22
関連分野	30	15

- 1) 先ず将来特に推進すべき研究の方向に関する回答の集計結果を示す。

化学系	関連分野
U M P 物質(元素)代謝 isotope	宇宙化学 物質(元素)代謝 isotope
宇宙化学 水圏(海洋)	理論地球化学 高温高圧

ここでは物質代謝, isotope, 宇宙化学がどちらのグループからも将来の問題として重要であると考えられていることは注目しなければならない。

- 2) 我が国の地球化学の分野で特に立遅れている部分は何か、という質問に対する回答は次の通りである。

化学系	関連分野
宇宙化学 isotope	isotope 高温高圧
有機(生物)地球化学	dating 鉱床

両グループとも isotope が弱体であることを指摘している。

このほか見逃せない回答として化学系から“単なる分析化学の応用”としての地球化学は止めるべきであった。

- 3) 以下に続く3つの質問は要約すれば“地球化学の研究を進めていくのに当って我々が直面して

いる問題は何か”および“将来それをどのような形で解決すべきか”となる。この3問(3~5)を切りはなすことは不可能であるからまとめて整理して議論をする。

a) 現在の問題

化学系	関連分野
1 関連分野との連携の不足	1 関連分野との連携の不足
2 地球化学が無機分析化学の研究室で研究されるという欠陥	2 研究の低調*
3 教育, 研究施設の不足	3 社会に対するP.R.の不足* マーケットの開拓不十分
4 講座制の欠陥, 指導者の能力不足	4 講座制の欠陥, 指導者の能力不足
5 学会組織の不備	5 教育制度の欠陥*
6 研究の低調*	
7 研究費の不足	
8 教育制度の欠陥*	
9 社会に対するP.R.の不足* マーケットの開拓不十分	

註: * は若い研究者が減少しつつある原因に関係したものである。

研究を進める時に我々がいつも感じていることは“関連分野との連携の不足”である。この原因の一つとして地球化学が無機分析の研究室で研究されていることが挙げられる。またそこでさえ正面きって地球化学の看板を掲げられるとは限らない。このような制度施設の不備に加えて指導者の能力不足が災していることを指摘する回答が多い。また地球化学の学会がないこと、現在ある研究会が無力であるという声もある。さらに重要なことは社会に対して“地球化学”を充分P.R.していないこと、従って地球化学を修めた学生のマーケットが開拓されていないことである。学生が地球化学に興味を示さない理由は現在の研究が低調であるのに加えてその問題もからんでいる。これら諸問題の解決策はどうあるべきか、これは次の回答から明らかである。

b) 将来の問題

化学系	関連分野
1 研究所の拡張, 設立 a) 地球化学研究所 b) 地球科学研究所	1 研究所の拡張, 設立 a) 地球科学研究所 b) 地球化学研究所
2 講座の増設, 新設(特に graduate course)	2 学問上の組織の再編成
3 調査と研究の分離	3 講座の増設, 新設(特に graduate course)

どちらのグループも第一に地球科学(または化学)の

研究室をつくって総合的に研究を進める体制をつくることを強調している。また地球を対象とする学問をする講座を地球物理, 地球化学, 地質学(地史学)に根本的に編成しなせよという意見がある。勿論そこに人事の交流があることは云うまでもない。

1963. 1. 10	松尾 禎 士
	増 田 彰 正
	松 井 義 人
	一 国 雅 己

資料 3. 地球化学研究の現状についてのお訊ね

我が国における地球化学研究の健全な発展を促進する目的で地球化学研究会は会の事業として地球化学の将来計画を立てることになり、地球化学将来計画委員会が発足致しました。この委員会は既に活動を開始し来る2月9日には東京で地球化学将来計画シンポジウムが開催される運びとなりました。そのシンポジウムに提出を予定している資料に我が国の地球化学研究の現状というものがあります。これは現在地球化学または地球化学に関連の深い問題を研究している機関の所在, 研究者の数, 機関の設備などに関して、将来計画委員会事務局が皆様に御回答をお願いしてまとめることになりました。

つきましては御多忙中恐縮でございますが下記の件につき来る2月15日までに東京都立大学理学部半谷高久宛御返事をお願い致します。

集計結果は2月9日のシンポジウムに発表し、来会者の御批判をいただくとともに研究会ニュースに掲載致します。

1963年1月24日

地球化学将来計画委員会事務局
半 谷 高 久
東京都世田谷区深沢町
東京都立大学理学部内

- 1) 地球化学の研究(ここでは厳密なる意味にとらわれず自由にお考えいただいて地球化学的要素が濃いものは含めて下さい)を行なっている機関の名称(大学であれば教室名または講座名, 研究所であれば課名など具体的に)を御記入下さい。同じ機関で地球化学以外の研究, たとえば分析化学などを行なっているときはその研究を書いて下さい。

また主として地球化学の研究に従事している人を40歳以下(下限は大学院程度とします)と40歳以上に分けて書いて下さい。

- 2) 主に地球化学またはそれに近い仕事に使用される特殊設備や備品があれば書いて下さい。
3) (大学を対象として)地球化学またはこれに密接な関係がある講義があれば書いて下さい。

資料 4. 仮称実験地学研究所

久野試案による研究所は3部門, 12講座より成り、研究所建物の坪数は3000坪, 建築費は14億円, 施設費は13億円と見積られている。

研究所研究部門内容 (案)

- A. 物理化学部門(岩石, 鉱物)
1. 中温中圧下の相平衡(<1000°C, <5 kb)
2. 高温高圧下の相平衡(>1000°C, >10 kb)
3. 野外岩石学
4. X線結晶学および造岩鉱物学
B. 物性部門(地震学, 岩石磁気学, 地球熱学)
5. 高温高圧下における岩石, 鉱物の弾性(>500°C, >5 kb)
6. 高温高圧下における岩石, 鉱物の磁性および熱的性質
7. 高温高圧下における岩石, 鉱物の破壊
8. 高温高圧下における岩石, 鉱物の変形
C. 同位元素および分析部門(地球化学)
9. K/Ar, Rb/Sr, Pb 同位元素比による年代決定
10. Rb/Sr, Pb 同位元素比, O 同位元素, H 同位元素による岩石, 鉱物の起源および生成過程
11. C¹⁴による年代決定
12. 岩石, 鉱物分析

この内容からみれば、この研究所は本質的には地殻研究所、または地球化学研究所と見做すことができるが、講座をみると手段による分類と対象による分類が雑居しているので、この点を整理する必要がある。殊にC部門は内容の面でも問題があるし、また他の部門のサービス機関となる心配が多分にある。研究所はそこに配属される人によって左右されるものであるから、このような講座制を廃止して5~10年単位の研究計画を立てその下に自由に人が集まるような研究所とするのがよい。

現状分析に関する回答の集計結果

- 1) 地球化学研究を行なっている機関の数および研究者数

a) 研究内容による機関の分類

回答を得た機関(ここでは大学における講座, 研究所における課を一つの機関とみる)51について地球化学と平行して行なっている研究を挙げる

地球化学以外に行 なっている研究	機 関 数
分 析 化 学	25
な し	9
放 射 化 学	7
無機、物理化学	5
地 質 学	4
水 処 理	1

すなわち機関の半分までが分析化学と地球化学の研究を両立させているが、問題は地球化学の研究を進めるための手段としての分析技術を開発しているのか、逆に分析化学の応用として地球化学的研究を行なっているのかという所にある。

b) 研究者数

上記の機関に属し、主として地球化学の研究を行なっている研究者は40歳以上が52名、40歳以下が138名となっている。これは1機関について約4名の研究者がいることを示すが、このような少ない人数では他の機関と共同研究体制を組まない限り総合的研究が実行できないことは明らかである上に、20歳の将来を背負うべき若い後継者がいかにも少ないことを暴露した。

2) 地球化学研究を行なっている機関に備えつけてある機器、装置の種類と数

整理の都合上すべての機器などを網羅的に示すことを避け、赤外分光器、ガスクロマトグラフ、X線廻折装置、質量分析計、放射能測定装置の有無を表1に示した。この集計は35機関について行なっているが、これは大きな装置になると一つの講座や課として持っていることは少なく、教室とか研究所単位で管理しているために機関の単位を拡大解釈したためである。

表から明らかな通り特別な機関を除けば、持っている機器、装置は貧弱であって一体これでどのような研究を行なってきたのか、また将来行なう予定しているのか想像もつかない。ガスクロマトグラフは恐らく比較的安価であるためであろうか可成り数多くの機関に備えられている。しかしこれを用いてこれまでなされた研究は数少ないようである。あるいは研究テーマとは無関係に買込んでしまったものかもしれない。多くの機関で同種の装置ばかり抱えていたのでは共同利用という行き方も意味がない。装置を描えるにしても他の機関で持っているものを考慮した上で購入しなければいけないことが痛感される。

3) 地球化学またはこれと密接な関係のある講義の有無

これは将来の若い研究者を養成する問題に関係があ

表 1. 35 機関の機器、装置一覧

機関	赤 外 分光器	ガスクロ マトグラ フ	X線廻折 装置	質 量 分析計	放 射 能 測定装置
1			○		○
2				○	○
3			○		
4					
5					
6					
7		○		●	○
8		○	○	○	○
9		○		●	○
10					
11		○		○	○
12					
13		○	○		○
14					○
15					○
16	○	○	○	○	
17					○
18					
19			○		
20		○		○	○
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27		○			
28		○			
29		○			
30	○	○			
31				○	○
32			○	○	○
33				○	○
34		○		○	
35				○	○

る。31の学部について集計してみると、このうち16学部で地球化学の講義が行なわれている。また地球化学という名称はつけていないが実質的にはこれに近いもの、または関連分野の講義を行なっている学部を加えるならば24学部が何らかの形で地球化学講義を行なっている。

こんなに多くの講義があるにも拘らず地球化学を志望する学生が少ない理由は何処にあるのだろうか？一つは地球化学の講義だけが行なわれて他の関連分野の講義が少ないために学生の興味を盛り上げることができないためであろうし、一つには地球化学の講義そのものが彼らにアピールしないためかもしれない。いずれにせよ若い研究者が少ないといわれる原因はここらにもありそうである。

大学院のある17教室についての集計も学部の場合

と大差はない。地球化学または関連分野の講義は実に14教室で行なわれている。大学院程度では地球化学とともに岩石学、鉱物学などの進んだ講義もなければ完全な教育は難しいように思われる。

4) 化学科および地学系学生の国立、公立大学における定員数

これは将来地球化学の講座を設けることが可能か否か現在の学生数から判断するための資料である。

学 科	学 生 数		
	学 部	修 士	博 士
化 学 科	895	154	79
地 学 系 科			
地 学 科	142	14	7
地質学科・鉱物学科	85	51	25
地球科学科	15	7	3
地 球 物 理 学 科	25	43	21
計	267	115	56

化学科の定員からみてここに地球化学講座をおくことはそれほど無理とは思われないし、またその講座ができることによって他の地学系に大きな影響を与えることも云えないようである。地学系の学生は化学科学学生より少ないとはいえ、相当の人数がいることが明らかとなった。ここにも講座を新設することによって将来の研究者を養成する可能性が見出される。

「わが国における“実験地学”研究に関するシンポジウム“実験地学 研究所”設立問題を 中心として」に参加して

一 色 直 記 (地 調)

標記のシンポジウムが下記の要領で開かれた。

日時：1963年2月14日(木)13.10~17.30

会場：日本学術会議講堂

主催：日本学術会議長期研究計画委員会

次 第：

開 会 挨拶

長期研究計画調査委員会委員長

福 島 要 一

i) 従来の経緯説明

地質学研究連絡委員会委員長

久 野 久

ii) 地質学・岩石学の立場から一高温高压実験の地質学的意義

東大理・地質 荒 牧 重 雄

iii) 鉱物学の立場から

阪大・教・地学 小 泉 光 恵

iv) 地球物理学の立場から地質年代決定とアイソトープ

東大理・地球物理 小 島 稔

v) 地球化学の立場から

教育大・理化学 松 尾 禎 士

vi) 地球内部構造に関する諸問題

名大理・地球科学 島 津 康 男

vii) 物性物理学の立場から一高温高压下における物性

東大物性研 秋 本 俊 一

viii) 討 論

閉会挨拶 渡 辺 武 男

参加者は約55名であった。次の次第に従って各氏の発言を簡単にまとめて見る。(敬称略)

福島：学者自身が長期研究計画を立てるべきであるとの趣旨にもとづいて、長期研究計画調査委員会が設立された。すでに20数学会から長期研究計画案(研究計画と新機関の設立とを含む)が委員会に出てきている。実験地学研究所もこの中に含まれているが、学術会議がその設立を決定・推進することにはまだなっていない。学術会議としては、学者から組織的に意見を聞いて行きたいと念願している。しかし、あくまで理想と現実の2側面があることを意識してみなければならぬ。

久野：地質学の近代化が叫ばれて来ており、それに関するシンポジウムも開かれた。その結果、大がかりな実験をしなければいけないことが認識されたにも拘らず、各大学の施設は貧弱であるので、新らしく研究所を作った方が早手まわしに事態が解決されるであろうと云うことになった。

1961年11月地質学研連(研究連絡委員会以下一同)で設立が決議され、各研究連・研究所に連絡をとった。昨年2回会合を開き、これを学術会議の活動の一環として貰うようにし、“実験地学研究所”委員会を作り、研連内の一つの小委員会と認めて貰うよう努力した。まだどの研連に入るか未定である。

新研究所設立については、東大に付置研究所を作ろうと動いているなどのいくつかの誤解もあるように思う。多くの研究者の意見を伺いながら進めて行きたい。

質問：既存研究機関の増強を考えているのがそうでないのか？

答：いつでもよい。

小泉：(阪大グループで現在行なっている高温高压下の沸石の安定関係その他の研究の概要を紹介した後

で)今後の問題として、高温高圧下における合成領域の拡張加圧下での測定、関連分野(岩石学・地球物理学・物理化学・工学)への貢献のためには、新研究所が必要であり、更に設立の際には、研究者と技術の問題、施設の共同利用、関連研究機関との研究連絡会の開催などの点に意を置かなければならない。

荒牧: (高温高圧実験の歴史、更に花崗岩問題に対する寄与の例をあげた後)自前で実験データを出して行かなければ、進歩には追い付けない。機械実験に有能な人と、その結果の自然現象の解釈への利用に有能な人の密接な討論の場としての研究所が必要である。

小島: (地球の進化に関する研究に対しての radio isotope の貢献と質量分析計の開発・測定の必要性を紹介)

松尾: “実験地学研究所”の機構に関する久野試案(地球化学将来計画シンポジウムの記事にあるので省略)をめぐっての話題の簡単な紹介。

1) 新研究所について、地殻研・火成岩研と云うように、目的をはっきりさせた方がよいという意見と、もっと範囲を拡げて、多くの分野を含む研究所とした方がよいと云う二つの考え方がある。

2) 地球化学者としての注文(久野試案のC部門について)

Geochronological laboratory

Isotope geology "

Nuclear geology "

Trace element geochemistry "

Biorogeochemistry "

Cosmochemistry " を設ける。

3) 技術員の活躍の余地があるように。

4) 久野試案では、地球化学はサービス部門に過ぎないとも極言できる。

5) 共同利用の研究所にして欲しい。

6) 地球化学研究会は“実験地学研究所”設立を back up する。しかし“地球化学研究所”案も出ている。

島津: モデル実験も必要であるが、数値実験も重視して欲しい。

秋本: (高温高圧下における物性の研究の最近の動向を紹介した後)現在、高圧下での熱的・磁気的研究が遅れているので、この面を開発すべきである。現在物性研では 40 万気圧、2000°C 下での相平衡・核磁気共鳴などの研究を進めつつある。しかし、高温高圧装置の材料の維持が大変である。

討論: 議長 渡辺武男

A・B (共に東大地質): 本日の会合の目的がはっきり

きしない。具体的テーマにしばって会合を持って欲しい。

C (広島大): basic なものの積み重ねが必要である。応力集中を起さない装置の開発を行なって来ているが、我々の知識を提供するにやぶさかでない。

D: “実験地学研究所”と現在各大学及び物性研で行なっている研究との関係、あるいは、UMP との関連という点に注意して頂きたい。

F (東大地質): “地球科学”全体として転機が来ていると考える。

F (東大震研): 共同利用の点にも問題がない訳ではない。

G (東大鉱物): アメリカ合衆国の Geophysical Laboratory と同程度のものをと考える。

猶この討論の中で、“実験地学研究所”設立案は固まったものではなく、久野試案の他に北大地鉱教室から試案が提出されていることが明らかにされた。

会 務 報 告

第 26 回例会

1963. II. 9 東京本郷学士会館において
地球化学将来計画シンポジウムが行われた。

委員会記事

1962. XII. 8 東京本郷学士会館において
会費未納会員の処置、地球化学研究会を地球化学会と改称することに伴う会則の改正について論議した。また会誌発行に関する小委員会が作られ、長期計画小委員会の委員の追加が報告された。

地球化学討論会記事

討論会は東京都立大学で 10 月 14 日(月)、15 日(火)、16 日(水)に行い、16 日の午後草津方面のエキスカージョンに向い、17 日(木)草津で午後 4 時頃解散の予定。討論題目は地球化学的サイクル(世話人、三宅泰雄氏)、および環境汚染(世話人、半谷高久氏)とする。題目申込締切は 7 月 31 日、要旨(2,000 字程度)締切は 8 月 20 日とする。なおこの討論会の期間中に“地球化学将来計画討論会”をも開く。

昭和 38 年 3 月 18 日印刷 昭和 38 年 3 月 20 日発行

発行所及び 名古屋市中区不老町 名古屋大学理学部

発 行 者 地球科学教室内 地球化学研究会

菅 原 健

現住所 名古屋 11814

定 額 名古屋市昭和区東郊通 7 / 8

東 崎 昌 教

日本地球化学会ニュース

No. 24

1963. VII. 5



左から G. L. KULP(米),
V. E. KAUTZSCH (東独),
J. ORCEL (仏), E. SZAD-
DECZKY-KARDOSS (ハン
ガリー), A. I. TUGARI-
NOV (ソ), 菅原 (日)

ヴェルナドスキー生誕百年記念地球化学シンポジウム に際してのテレビインタビュー

菅 原 健

ヴェルナドスキー生誕百年記念地球化学シンポジウムは去る 3 月 14~19 日モスクワクロボトキン街の「学者の家」で開かれ、15 日夕外国から出席者 5 名がテレビインタビューをさせられた。一口ずつと いうことでそれを取り持ち役の A. I. TUGARINOV 氏がソ連語に通訳して放送した。私は約 37 年前に現日本学士院長日本地球化学会会長柴田雄次先生の主宰された仏語輪講会でヴェルナドスキー博士の“La géochimie”の講読をとり上げたのが元で東大無機化学研究室に地球化学懇談会が生れそれが今日の日本地球化学会を生むことになった。又その“La géochimie”のドイツ版を典拠として故高橋純一博士の日本訳が出たこと、そこで日本ではゴールドシュミットの名と共にヴェルナドスキーの名は地球化学者の中に親しい名前であることを述べて日本語の訳本の頁をさして示した。演出効果十分との若いソ連の学者の言葉をきいてやや氣をよくした。

講演要旨

Cosmic dust

(1963年3月11日 学習院大学 参加者約40名)

J. R. ARNOLD 博士(加州大学
サンディエゴ分校)

本日お話ししようとする内容は予定の題目 (Origin of meteorites as small bodies) と異なり cosmic dust に関するものである。cosmic dust に関しては、私自身はまだ大して仕事をしているわけではないので、研究の現況を紹介しあわせて今後私のしようと思っている仕事にふれたいと思う。

惑星空間から地球に到達する物質はその大きさから大よそ3つのグループに分けられる。

1. 隕石、直径数 cm 以上、小惑星群にその起源を持つと考えられているが、部分的には月あるいはスィ星に由来するという考えもある。

2. 流星および cosmic dust、今日の主な話題はこれについてである。直径は 10^{-3} cm から cm ぐらいまで、主としてスィ星のカケラと考えられる。

3. 原子状粒子、 10^{-12} g から 10^{-8} g の小さい物体。主として solar wind, galactic radiation およびスィ星によってもたらされるものであろう。

Cosmic dust の研究は、Challenger 号の 1876 年の探検のさいに Sir J. MURRAY が深海底土の赤粘土の中から磁性をもった球体 (直径 $10 \sim 100 \mu$ ぐらい) を見出したことから始まる。彼はこれが地球以外の物質であるという考えをしめした。その後この種の球体の中には Ni が隕鉄程度に含まれていることを SMALES 等が証明し、MURRAY の考えに対する支持がえられた。

しかしこれが cosmic dust そのものであるか、隕石が大気中を落下するときにもえてできた液体がその正体なのかは判別できていない。隕石は大気中の運動のさいにその質量を平均して 50% 失うことが知られている。

Öpik (1931) は流星の軌道の観察から、それらの平均密度は 0.4 で、固体というよりもむしろ "dust ball" というべきであろうとのべた。衝突による破壊に対する抵抗は岩石の $1/10^4 \sim 1/10^6$ ぐらいしかないことから、流星はスィ星起源であろうと考えられている。

目に見えるスィ星は地球に毎日平均 20 トンぐらい到達していると考えられている。一方隕石としては毎日平均 2 トンぐらいのものであろう。

スィ星の落下頻度は、その質量を m とすると $m^{-1.9}$ に比例する。一方隕石の場合は、 $m^{-0.9}$ に比例する。

したがってスィ星の場合は隕石にくらべて、質量の小さいものの落下頻度が急激に増大する。粒の重さが 10^{-12} g から 10^{-8} g ぐらいの降下物はスィ星の尾 (trail) の中でも発光しない。

人工衛星 Explorer VIII で 400 km の上空での粒子の分布を、マイクロフォンにぶつかる数によってしらべた結果によると、 10^{-12} g から 10^{-8} g の粒子の存在度はほぼ $m^{-1.9}$ に比例している。

一方金星ロケット Mariner II でのマイクロフォン測定によると Explorer VIII の測定のさいの数十分の一の衝突頻度しかなかった。しかも、その衝突頻度は飛行中のある時期に急激に高まることから、cosmic dust は帯状に分布していることが予想される。

荒い推定によると、そのような dust belt での物質密度は、 10^{-19} g/cc (空間 1 cc あたり 10^5 個原子に相当) といわれている。ちなみに惑星間空間では $10^{-23} \sim 10^{-22}$ (1 cc あたり数個から 10 個)、黄道では VAN DE HULST の推定によると 5×10^{-21} (1 cc あたり数 100 個) である。

次に cosmic dust を捕集する試みについてのべよう。HEMENWAY と SOBERMAN (1962) は、ロケットの下部に傘の骨のような装置をつけ、これに Mylar film をはりつけて、100~170 km の高さの dust の捕集を試みた。捕集装置の表面積は約 0.1 m^2 である。その結果、直径 1μ から 50μ ぐらいの dust 350 個がえられた。

この試料を electron microprobe でしらべると驚くべきことには、ほとんどのものが非晶質であることが分った。その中で Fe-Ni 合金の存在も確認され、しかも合金も非晶質であった。

地表で cosmic dust をとらえる試みもある。PAR-KIN および HUNTER は、イギリス南方 500 km の所にある Scilly 島 (工業的な汚染の寄与をできるだけさける目的で)、700 μ 間隔のナイロンメッシュ 1 m^2 にグリースをぬり、これに約 10^6 m^3 の空気を吹きつけて、適当な時間間隔で数回 cosmic dust の捕集を試みた。その結果約 100 μg の dust をあつめることができた。

その試料の中には、球形のものが多かったが、中には角ばった合金のまわりに珪酸塩質の物質が附着しているものもあった。磁性を持った部分は大部分が magnetite であった。合金は Fe-Ni 合金で、Ni 含量は 5~30% であることから、試料には地球物質ではないと判定されるものがかかなり含まれていることがわかった。さらにこの合金は非晶質で HEMENWAY お

よび SOBERMAN の高空での試料とよく似ている。

cosmic dust を集めるに当たって考慮に入れるべきことは、そのように小さい粒子は STOKES-CUNNINGHAM の法則からみて、空気が濃密になるほど落下速度が小さくなり、従って大気の下層ほど dust の存在度は増すことになる。しかし大気の構造その他の理由から、粒子の存在度には実際には極大層が存在し、そこはおそらく成層圏下部であろう。もちろん成層圏下部では地球物質の混入の度合も大きいであろう。

吾々はすでにナイロンバッグを用いる安価な捕集法について試みた。目的とするところは、1 g 程度の cosmic dust を集めることである。捕集の場所としては、サンゴ礁などを考えている。一方地表での雨雪も重要な源である。

現在では、地球物質と cosmic dust との区別はわずかに合金についての Ni テストがあるのみであるが、将来はもっと他の有力な方法もできるであろう。

もし 1 g 程度の cosmic dust の試料がえられた場合は、次のような研究課題が考えられる。

1. cosmic dust の形態的および鉱物学的研究。
2. 化学分析、とくに Ni と関連して意味があると思われる元素は Pt, Ga など。
3. cosmic dust 中に吸蔵されている原始希ガスの研究。
4. 同位体存在比が地球物質のそれとどのような関係にあるか。
5. 宇宙線の照射によって生じた核種、 Mn^{53} , 54 , Fe^{55} , Ni^{59} あるいは Al^{26} などの研究。
6. 深海堆積物中の cosmic dust の研究。

cosmic dust の研究は cosmology への寄与が大きであろうから今後とも盛に研究されることを希望する。

太陽系の起源と進化*

HAROLD C. UREY**

(岡山大・温研・梅本春次 訳)

本稿翻訳に当たって翻訳許可を与えられた Dr. H. C. UREY と John Wiley and Sons, Inc. の Vice President Mr. J. S. BARNES, Jr. に深く感謝いたします。なお原文は Space Science (Ed. DONALD P.

* 本稿は California 大学の Extension Course で 1961 年 9 月に行なった講演をまとめたものである。亦、1961 年 10 月 New York の Institute of Space studies と 1962 年 1 月 Bombay の Tata Institute for Fundamental Research で行なった 4 回の講演でも同じことを話した。

** California 大学 (San Diego) (在 Lajolla, California) の名誉教授

LEGALLEY) の一章として出版される予定である (訳者)

太陽系の起源に関する問題は数世紀にわたって科学者達に論議されて来た。或る点から見れば太陽系は簡単な構造を持っていて、このことから、この系の生成過程は単純なものだったろうと期待するようになる。時がたつにつれて、問題が如何に複雑であるか、又必要な理論のように複雑な理論を組上げるための我々の知識が如何に貧弱であるかということを益々実感するようになる。ずっと以前から太陽系の大体の構造は知られていた。惑星は大体一箇所にある軌道を持っている。その軌道はほぼ円形で全ての惑星の太陽のまわりを一方方向に動いている。この系の全角運動量の殆んどが惑星にあるわけである。惑星の衛星は通常のものと例外的なものに分類される。前者は惑星の赤道面上に軌道があり、その軌道上の回転の方向は惑星の自転の方向と同じである。どうしてこれらの物体がこういう規則的な軌道に入ったか非常に不思議に思われている。ところで例外的な衛星は主惑星の赤道面に対して種々の角度をもった軌道上を動いており、中には反対方向のものもある。比較的大きい衛星の中、地球の月とチタニアは赤道面上からかなりはずれた軌道にある。

古く TITUS と BODE が太陽から惑星迄の距離に関する近似的な規則性に注意を喚起し、この規則性は TITUS-BODE の法則として知られている。太陽からの距離が遠くなるにつれて惑星間の間隔が非常に規則的ではないながらもびるという事実と一致するという点を除けばこの法則は自然な法則ではないように思える。距離と共に質量の変ることに関して繰返し注釈が与えられている。即ち太陽から地球の距離に質量の最大があり、小惑星に最小、木星に再び最大後は距離が大きくなるにしたがって小さくなる。

太陽系に関するこういう事実は古くから知られている。データが近年少し改訂されたがこの系の尤もらしい起源を知る上にこの改訂は殆んど役に立たない。今までの天文学の議論はこういう問題やその解釈に関連したものが大部分である。近年太陽系に関するものと化学的、物理的な性質の 2, 3 の特徴についてもっと沢山の知識を得て来た。したがって古典天文学の事実を無視しないで月、隕石、太陽系の化学組成の一段と慎重な研究から生れて来た論題の解釈に貢献する論文を指摘し、この問題に天体物理学を適用することが本論文の目的である。

物理的性質

月の質量と半径の可成り正確な知識から、月の密度は 3.34 g/cm^3 とうまく決められている。勿論この値は月の内部に可成りの圧があり、表面よりも内部の温度が高いとしてあてはまる。月の圧力分布は月全体の密度が均一と仮定して、流体静力学の公式 $\dagger p = 2/3 \pi G S^2 (a^2 - r^2)$ から可成り正確に計算出来る。温度の推定ははるかに困難であるが、種々な推定値が与えられている。UREY (1959) は温度分布の概略値と圧力の計算値から、低圧下で地球の表面温度の状態の密度を $3.38 \sim 3.41 \text{ g/cm}^3$ と推定した。きりの良い 3.40 という値はもっともな値で、将来の計算でひどく変えることはまずありえない。したがって隕石に似通った組成をもつ物質を比べて仮定を行なえば月の組成を推定することが出来る。Chondrite は比重の最小値が 3.57 と 3.76 という可成りはっきりした2群に分けられるが、月は Chondrite より密度が小さいことはまず明らかである。上の二つの数字は観察したままの鉱物組成から計算したもので、余り正確でない実験データから得た既報の平均値よりおそらく正確だろう。金属鉄を除けば月の組成は2群の Chondrite と同じ組成を持っていると仮定する、計算の結果は月の内部における或る密度が高いという修正の可能性のあることに幾分根拠をおいているが、2群の Chondrite の鉄の重量百分率が 22.33 と 28.58 であるのに月ではおよそ $10 \sim 14$ という計算になる。したがって月の組成は鉄含量が隕石と異なっているように見えるし、低圧における密度の計算から判断されるように地球、火星、金星が多分これらの隕石とほぼ同様な組成を持ち得たということを今までの色々な推定値が示している。明らかに月は地球や他の惑星とは異なった組成を

持っているように見える。即ち太陽の組成にもっと近い。水星はもっと密度が大きく多分、他の地球惑星より多くの鉄を含んでいる。

STRATTON, JEFFREYS およびその他の人達によれば、地球からの如何なる距離においても月に働いている遠心力や重力下で平衡でないような不規則な形を月がとっていることは明らかであった。月の力学的運動から、月の内部の慣性能率の差の比と、そしてこの値から地球の方向と反対方向へのふくらみの高さを計算することが出来る。JEFFREYS (1929) は重力の場と遠心力の結合効果の下における理論から平衡値を計算した。この二つの値は明らかに一致しないし、若し月の角位置に関して密度が均一であるとすれば、月は平衡を保った形ではないということを示している。亦 STRATTON (1909) は月の内部の慣性能率を慎重に研究し、当時の最も良い値として $\frac{C-B}{A} / \frac{C-A}{B}$ の値を 0.5 と出した。その後の研究によれば理論はその値が 0.25 であることを要求するけれども実際は $0.6 \sim 0.85$ であろうと言われている。月の3半径の最近の計算では $a = 1738.57$, $b = 1738.21$, $c = 1737.58 \text{ km}$ である。これは極方向の半径に比べて地球の方向とその反対方向へのふくらみが 0.99 km^{**} であることを示している。この値は可成り長い間文献にのっており、最近になって推定値にわずかの改訂が行なわれただけである。この計算の結果は月に働く力と一致しないような不規則な形を月がとっているということを示している。月表面の高低について永い間研究が行なわれている。最近 WATTS (1960) はこの問題について非常に綿密な研究を行ない月の端の近くに大きな差のあることを報告している。例えば Mare Orientale 山と D'Alembert 山の間の差は 9.8 km となっている。Du FRESNE と BALDWIN (1949) の綜説によれば SAUNDERS と FRANZ の研究の結果として同様な観察が行なわれている。これらの研究は観測データが非常に良いものでもなければ非常に信頼しうるものでもないということを示しているが maria の平坦な地域でさえも月の表面には高低に可成りの差のあることを研究結果が明らかに示しているように見える。

もっと簡単な計算から、地球表面の違った場所での物質の密度に著しい差異がなければこれだけの高低の差が長時間地球表面に存在し得なかったということがわかる。これは Canada や Scandinavia が厚い氷の層でおおわれていた氷河期以来この地域が上昇してい

** $a - c = 0.99 \text{ km}$

* 月の起源と関係があるので、月の構造に関してもっと詳しいことを "Physics and Astronomy of the Moon" edited by Z. KOPAL, Academic Press, New York, 1962 に書いておきました。詳細に関してはその本の著者の書いた章を御参照下さい。又各章とも面白と思います。もう一度全く同じ基本事項を要約して書かないと内容を簡単に紹介することは難かしいと思えますので、ここでは数学的なこまかいことをさけて簡単な要約だけを述べます。

† 訳註 P: 重力圧, G: 万有引力常数, ρ : 一定密度, a : 球体の半径, r : 重力圧を求めるべき位置の中心一定密度 ρ からの距離, 半径 a の球体における中心から r の距離の点における重力圧 p を示す。

たことを観察しているという事実から来ているのである。若し月が地球の表層部と同程度の粘度を持っていたとすれば以上の研究に示されている高低の差は数10万年以上も保持されていなかっただろう。この証拠は月が現在非常に硬い物体であることを示している。月の起源と無関係に或いは如何にして不規則性が生れて来ようともこの結論は正しい。

数年前、著者は月の熱に関する歴史を推定しようと思った。放射性元素の濃度と月の年齢に関してその時以来極めてしっかりした修正を加えたデータを用いて最初の計算を行なった。この計算は数年後に修正を加えたし MACDONALD も同様な計算を行なった。使用した常数が余りたしかでないのに熱に関する歴史は非常な自信を持って述べることは出来ない。用いた放射性元素の濃度は Chondrite の値であるがこのような濃度ははたして真に地球や月のような物体の代表値であるかどうかは可成りうたがわしい。物質の熱伝導度は良く知られていないし通常有効数字一つまでしか報告されていない。UREY (1952, 1957, 1962) は 0.005 と 0.01 を用いたが、真の値は多分この二つの値の間だと考えた。MACDONALD (1959) は 0.006 を用いていて輻射による伝導も亦考えに入れている。このような計算の結果は例えば大体常温程度の初めに出来た冷い月が現在深い内部では融けているだろうということを示している。この条件下で月の不規則な形が保持されているだろうということを示すのは困難である。しかし、亦、これらの計算から最初に融けていた月は今なお内部で非常に高温であるだろう。即ちとてもありそうもないと思えることだが全ての放射性物質が表面に濃縮されていたとしても多分内部では融点近くの高温であるだろうということが明らかである。亦月の内部が融けているとして大がかりな熔岩流が月の表面で起ったかどうかに関して不明確な点がある。地球の熔岩流は表面から数 100 km の所から来ているが、液体物質の大がかりなたまりが或る一定時間以上地球の表面下に残っているという徴候は見られない。しかし月では重力の場も地球より弱く、外部ももっと冷く、この問題に関して確かな解答は得ることが出来ない。若し月が元々融けていたとするならば、融点の最も高いケイ酸塩即ちかんらん石は通常液体より密度が大で間違いなく深い内部に沈むだろうから、月は内部から外部へむかって固化したのであろう。したがって深さにとまらぬ融点の分布は圧力のみならず組成にも依存している。放射性元素が初期の熔融過程で定量的に表面に取除かれなかっただろうというのは尤ものよ

うに見えるが放射性元素のほんのわずかでも深い内部に存在するということは全地質時代を通じて内部を一層融点に近づけておいたであらう。したがって月の不規則な形はこの考え方にもとづいて説明することは困難であらう。

月の不規則な密度分布を説明するために他に提案されたことは月の角位置に関して組成が均一でないということである。(UREY, ELSASSER and ROCHESTER, 1959)。したがって地球に向った方向とその反対方向に向いている軸に沿っての平均密度より平均密度が大きいような月の地域に月の端と極が存在するであろう。この場合には最初に冷い月が不規則な形をとるだろうし、もし密度の比較的大きい物質が深い内部にうつり比較的小さい物質がその上に流れ出させるような対流が起り得なかったならば、この不規則な形が時間と共にうせてしまうということとはなかっただろう。これは非常に大がかりな改造即ち固体物質中の相当な対流を意味するであろう。したがってこのような不規則な密度分布は観測事項を説明するだろう。しかしこうなれば反面に月が冷い状態で出来たということと色々な密度を持った多数の物体の集積によって出来たということが必要になる。

この問題の解決が月のような物体中の放射性元素の量の推定値が正しくないということにかかっているというのが最も本当らしいように思えるとしても現在ではこの問題に関する確定的な結論に到達することは出来ない。地球のルビジウム-ストロンチウム比が Chondrite 中の比より小さいという GAST (1960) の観察結果は何らかの理由でルビジウムの隕石中の存在度が地球における存在度に比べて大きすぎるということを示している。カリウムとルビジウムは化学的に似ているので、カリウムについても同で状態が起こることとは非常にありそうなことで、月を構成する物質中のカリウム量がむしろわずかに減少していることは月の熱の計算によって内部は冷くて固いという結果になることを意味している。したがって月がむしろ冷い物体として出来たとすれば不規則な形をしていることに不都合は感じない。

月の表面における高低の差が非常に大きいという観察はこの不規則性が出来上って以来月の内部から熔岩が流れ出ることは出来なかったということを示している。月を構成する物質の熔融には地球の表面下の温度と同じ程度の温度が必要であり、月が地球の外殻と同程度の温度であるならば、月の東端に WATTS が見つけたような大きな高低差は月の表面のアイソスタ

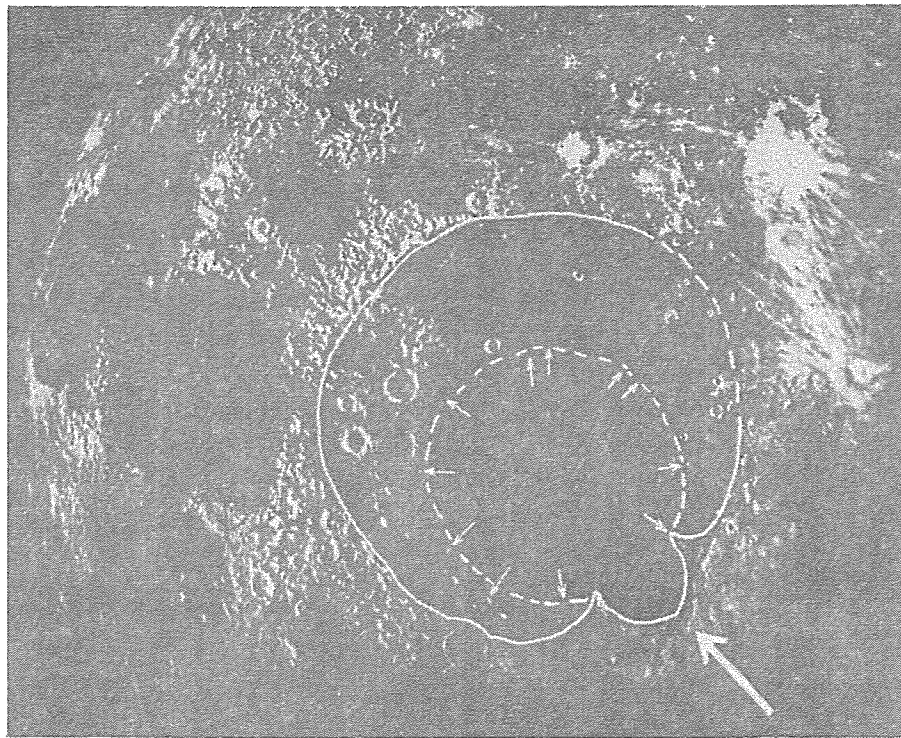
シーによる調節によって抹消されただろうということを期待することが出来る。こういうことは起らなかったのであるから、月の歴史を通じて可成りの期間月は冷たくて大きな熔岩流はなかったと結論しているのである。このことは月の大きな平坦な部分はたとえそれが熔岩であっても地球表面に観察されている熔岩流以外の過程で出来たものにちがいないということを意味している。GILBERT (1893) はこういうものは月表面での大衝突のエネルギーによって出来たと提唱している。月の大きな平坦部分は全部熔岩から出来ているのではなくて一部は大衝突によって出来た細粉の塵、砂、礫の大きなかたまりから出来ているということもありうる。月表面の特徴から部分的には実際にこういうこともあろうという二、三の兆候が幾分見られる。

他の人達は maria は月内部から生じた熔岩で満されていると主張して来た。若しそうだとすればそれは深い内部から来たものにちがいない。即ち月内部非常

に深い所からなので、厚い外層の大きな力は表面の大きな凹凸を支えるに十分だというわけである。

月表面の形

月の crater (大穴) の大部分は月表面への物体の衝突によることはたしかである。同時に小さい crater があるがこれは地球上の火山の一般的な外見をしていないけれども火成起源のものであるにちがいない。crater の大きさは月表面に見られる最小のものから直径数 100 km の大きな maria にまでおよんでいる。1893 年 GILBERT によって初めて記載された Imbrian の衝突は月表面の起源について最も報道性がある。この地域は月の北東の四分円にある大きな平坦な平面である。第 1 図は遠近を取除いたこの地域の写真である。この写真は月の姿を球の上に投影して、投影した像の直上の位置から月のこの地域を写して撮ったものである。Maria は Sinus Iridum の丁度前にある maria の中心とは中心のはずれた内輪を持った円形に近い形をしていることがわかる。或る物体が北東か



第 1 図 遠近を取除いた Mare Imbrium. Mare Imbrium は実線がかこんである。Sinus Iridum は右下の湾である。矢印は衝突地域の丁度外側にある山塊を示している。山塊の方を指し示している矢印の中 3 本はこの写真では見られないが、他の写真では容易に見える (シカゴ大学の写真)。

ら入って来て Sinus Iridum* の地域を掘りおこし内輪を外郭とする大きな穴を月に作り、おそらく月の表面上あらゆる方向に大きなふくらみを作り、月の広大な地域にわたって物質をまきちらしたと思われる。物質のまきちらされた証拠は月の円盤の中心に表面上の大きな峰や溝の形としてはっきり見ることが出来る。おそらく maria の山側の端より一層強く月の内部に向かって鎮まったうねりによって物質を取り去って maria の端が作られたのだろう。Ptolemäus のようなこの地域にある二、三の Crater はその Crater の群に示されている浸蝕の結果からおして起源の点では明らかに pre-mare であったが、Copernicus その他のようなことの地域にある他の crater はたしかに post-mare である。Mare Serenitatis の南の大きな放射状の峰々は衝突した物体が一部密度の小さい物質即ちケイ酸塩から出来ていたことを示しており、月の円盤の中心に近い面にある大きな溝は密度の大きい物体即ち鉄-ニッケルがこの地域をけづり通ったことを示している。大きな Alpine Valley は、衝突の地域から放射状にのびており Oceanus Procellarum の地域における山塊の多くはこの同じ地域から放射状にのびている。他の円形の Maria が月の表面上にある —Mare Serenitatis, Mare Crisium, Mare Nectaris, Mare Humorum 多分これも亦比較的大きな物体が月と大きな衝突を起して出来たものである。Oceanus procellarum, Tranquillitatis, Nubium Foecunditatis のような他の maria は洪水になった maria 即ち液体物質の流れによって出来たものと思われる。月のこういう平坦な地域は固化した熔岩流から出来ていると一般に想像されている。特に Mare Tranquillitatis はこの地帯にひろがり小さな湾や山塊の間の地帯を埋めた熔岩流のように思える。この地域の熔岩が以前から月の上にあった crater をひん曲げたように思える。Oceanus procellarum の地域の crater のゆがみはたしかにはっきりしていない。この熔岩の起源に関しては議論がある。或る人達は熔岩

* 二、三の月の研究者は Sinus Iridum は部分的には Imbrian の衝突によって破壊された大きな crater の名残であると信じている。衝突が起った時は筆者はいなかったもので、その問題には決定的な知識を持っていない。しかし、Sinus Iridum は明らかに衝突地域の前にあり対称的な形を壊わされないまま 50 km も動かされることは殆んどありえないことである。簡単な計算からはこういう位置を占める確率は 1/10000 である。全体の形はおそらく唯一回の出来事によるのだろう。

が月の内部から来たと主張し、GILBERT につづく他の人達は衝突のエネルギーによって熔岩が出来たと想像している。第一の仮説に対する反対意見は前述の計算によって示された通常冷たいという月の構造に根拠をおいている。地球よりも大きい面積一容積比を持った月のような小さい物体が地球のような高温を持ち地球のように熔岩を作ることが可能だとは一般に期待出来ない。若し地球のように表面下が熔岩を作り出す程温いとすれば、如何にして月が maria の近くにある大きな山の峰々を支えていたかは了解に困難である。第二の仮説に関する議論が提出された即ち衝突は地球に観察されるように熔解は引きおこさないで、むしろ粉碎された粉を生ずる。筆者には第 2 の仮説が正しいらしく思える。大きい不均一な物体が衝突に際してそのエネルギーを如何なる方法で消滅させたかを推定するのは我々は困難を感じるので、熔解した物質のこの由来に反対する議論は恐らく誤であると思える。塵、砂、礫の大きな集団がかかる衝突の際出来るというのも恐らく本当であろう。一時的な大気となってこのような物質が月の広大な地域をおおって非常にうまく分布するようになったに違いない。したがって礫が Oceanus procellarum のような所謂洪水になった maria をおおって分布するようになるにちがいない。実際に carter prinz は部分的にむらのない物質でおおわれていて、どうして熔岩が crater の一方の壁をおおい、他方の壁をおおわないような風に分布するようになり得たかということは不思議に思えるが、塵の大きな雲がおちて来ればこんな結果をひきおこするという事は至極可能性のあることである。もし全般にわたる本質的な月の加熱を当座のこととしなければどうして月の南にある大きな crater 群が内側やその間に到るところ熔岩で、満されるようになったかも亦理解に困難であり、この場合には月が堅いということに対しての説明はないわけである。しかしもしこのむらのない物質が少なくとも一部は大衝突後大きな塵雲中で落ちて来る塵状、砂状、礫状の物質の大きな集団になるとするならば crater の内側のなめらかなことを理解しうる。maria や crater の解釈に関する論争は月の上に着陸し表面を注意深く研究しうる迄は将来しばらくの間続くだろう。

Mare serenitatis の Mare Imbrium との関係は面白い関係である。どちらの円形の maria が先に出来たか疑問を持つのはあたりまえであろう。若し Imbrium が先に出来たとすれば Mare Imbrium の衝突箇所を非常にはっきりと中心にし Mare Sereni-

tatis の南に放射状にのびた峰々という多数の破壊箇所のあることを期待するだろう。そうとすれば Mare Serenitatis は Mare Imbrium の後に出来たものとは思えない。しかし、もし Mare Serenitatis が初めに出来たとすれば何故 Mare Serenitatis 上に Mare Imbrium の衝突地域から放射状に走る山脈がないかというのもおかしい。直ちに思いつくことは Mare Imbrium の衝突の起った時は Mare Serenitatis が洪水であったということである。しかしこれはこの二つの maria を作った2回の出来事がお互いに非常に近い時期に起ったということの意味している。(恐らく数1000年)これは後に述べるように順次月の成因や月の地球による捕獲と関係を持ってくる。月の全面に Crater や maria が分布しているということは当事度々衝突が起ったことを思わせる。初めに Crater が出来次に mare, 次に他の Crater, 次に他の mare 等々が出来た。したがって比較的短期間に全衝撃は止まりその後は地質時代中に起ったはぐれた隕石型の衝突以外は殆んど衝撃はおこらなかった。月の表面を作った大きな衝突は地球-月の系の形成の最終段階におこり、その後に出来た二、三の Crater 例えば月の great ray crater を除けば大部分は古いというのが筆者の意見である。

月の色々な場所特に copernicus の西を除けば衝突形でない小さな crater がある。衝突機構によって月の割目に crater の列が位置を占めるとは期待できない。かかる crater をながめつけるようになるとそれと亦同じ起源のものと思える多くの小さい crater がすぐ近くにあるのがわかるようになる。したがって月の他の部分に目を向け、月の多くの場所においてこれと同じように小さい crater があるかもしれないと感ずる。こういう形の起源を推測しようと思うとエネルギー保存の法則を念頭においておくのと良い。月の大きな maria を作るには非常に大きなエネルギーの消費を必要とし、こういうエネルギーは非常にはっきりと極限された点に集中されなければならない。衝突以外の他の機構によるとして考える月の熱の歴史について全ての証拠を考え合わせて見ると月のような物体にこんな大きな地域を作るような方法はないように思える。火成起源の少数の crater によって示されるようなむしろ小さな活動は月の熱の歴史とは桁違いである。

最近 KOZYREV (1959) は月の内部から Alphonsus crater へ来ているガスを観測している。crater の中央丘の近くの点からふき出すガス中に C_2 分子の蛍光

帯を認めている。この分子を説明するために色々な説が提唱されている。或る人は石墨が何らかの方法で揮発しているという意見である。石墨の揮発には極端に高いエネルギーが必要で、もし石墨がこういう風に揮発しているのだとすれば他の多くの物が同様に揮発しているはずである。この種の過程では C_2 を生成するような方法はない。 C_2 はカルシウム・カーバイドと水の反応で次第に出来たアセチレンから発生したらしいように思える (UREY, 1961) 金属シリコンは隕石中に見出されておりシリコンとカルシウム・カーバイドの製造法は殆んど同じである。したがってこういう風にすればこのガスを容易に説明できる。

月全体の組成については前に述べたが、月の表面は平均組成というものが全くないかもしれない。前述の大きな溝からわかるように大衝突がきつと幾らか金属の鉄-ニッケルを持込んでおり、こんな風に或る物質が持込まれたらということは隕石に関する我々の知識からはっきりとわかるだろう。どの位持込まれたかはわかりにくい。月の衝突層の厚さがどの程度かはわからない。月の全表面は隕石の組成と似かよった物質から出来ているということはいくつも至極である。月全体の密度より密度は高いだろう。前述のように大きな平坦な地域は固化した熔融ケイ酸塩かもしれない。こんな熔融物の固化に際しては比較的塩基性の物質が溜りの底に沈んで比較的酸性の物質最後に表面で固化するという風な地球の場合のような分化がおこる。月の表面で玄武岩様の物質や花崗岩様の物質への或程度の分化過程を見出すかもしれない。maria の物質が真に月の内部から流れて来た熔岩であるならば、我々の地球での経験によれば最初は玄武岩でなければならないということになる。地球上の花崗岩の量は可成り大きくその起源は十分に解釈されていない。月の表面でも同様に幾らか花崗岩様の物質を見出すかもしれない。他方もし一見隕石の普通の組成を持った物体の衝突によって月の外側部が主として出来たものとすれば、月の表面が隕石と似た組成を持っているのを見出すことを期待できる。その組成は先ず玄武岩や花崗岩とは全く違う。唯石質隕石の achondrite の類の小群が組成の点で幾分玄武岩に似ている。^{*} この玄武岩型 achondrite に関する非常に奇妙なことの一つはアルカリ含量が地球の玄武岩よりはるかに低いことである。したがって隕石中のカリ含量は 0.1% 以下であるが、地球の火成岩中では平均値が約 2.6% であ

^{*} UREY and CRAIG (1953) 参照。

る。宇宙開発計画の結果として真先に知るべきことの一つは月の表面が隕石と似た組成を持っているか又は地球の表面に似た組成を持っているかということである。

月の反射率^{*}は平均として約7%であるが、これより暗い地域が月の表面上に可成りある。Mare Tranquillitatis は月の特に暗い点である。Copernicus の西側には大山岳地域が非常に黒い色を呈して斑点となっている。月の光の反射の研究から VAN DIGGELLEN (1959) は沢山の穴をあけ酸化マグネシウムと石墨の混合物でおおった金属面で自分の観測を再現出来ると結論している。こういう観測は結局月の表面には非常に沢山の穴があり、表面の物質は石墨のような何か非常に黒い物質がまざっているかもしれないということを示しているのだらう。Alphonsus crater の内側に幾らか見られるようなもので黒い斑点にとりかこまれた crater がいくつか月面上に往々にしてちらばっている。月の内部からアセチレンが逸散して後に太陽光によって KOZYREV の観測した C_2 分子に分解してそれが月の表面で集合して真に真黒い石墨の面になるという風にして、上述の黒い斑点が出来たという可能性が考えられる。少なくともこれがこの奇妙な黒斑点の一つの説明であらう。月表面の相当な地域が組成上多量の炭素、水、硫化物を含んだ炭素質 chondrite に似た物質からなっているかもしれないということは至極尤もなことであらう。

384000 km の距離からながめることしか出来ない物体の表面の組成がどんなものであるかを言明するのは不可能である。隕石様の物体の表面への衝突や地球の大気中に降りそそいでいるので高速度で月の表面にぶち当たっているのにちがいないと思える極めて微小な粒子によって月の表面物質はきつと影響を受けている。このような物体は月から物質をはじき出し、したがって WHIPPLE の説のように実質的な減量をもたらしているかもしれない。或いは月の全面は元々の表面と45億年以上も前から宇宙より降っている物質の混合物であるかもしれない。おそらくこの層は地球上の如何なる物質とも全く違った物理的構造を持っているが、そうなるまで太陽からの高速粒子や太陽の紫外線によってこの層が影響を受けて来た。月表面の多くの crater や maria を作った大衝突によって45億年前に出来た表面をこのような層の下に見出すかもしれない。若し月表面の構造を理解しようとするならば地球

^{*} albedo. 入射する太陽光に対する反射光の割合

上に据え付けた機器によって月表面の写真を撮ったりスペクトをとったりするより他の方法でもっと綿密な月表面の探究を行なわなければならないということは全く自明のことである。

月の起源に関する疑問は太陽系の起源という観点から面白い問題でこれについては後述する。

隕石

過去一世紀半にわたって可成り詳細に隕石の研究が行なわれた。全期間を通じて多くの貴重な研究がなされ、隕石の一般的な組成や物理的な構造がこの期間に最も効果的に調べられた。最近の10年余りの間に利用しうる化学的物理的方法を用いて、隕石に関する非常に活発な研究が進められ将来に立派な成果が期待されている。

隕石は著しく複雑な物体だということがわかり、放射性元素による年代決定法によれば、4.5~4.7 A・E^{**} という年代が推定されている。だから太陽系の発生の過程の間に大体の化学組成や物理構造を取得したらしいように思える。したがって隕石の研究は本講演の主題と直接の関係があるわけである。隕石の構造に関する完全な総説を行なうには非常に長い論説そのものを必要とするだろう。太陽系の起源の問題に直接関係ありと筆者が考えている二、三のこのみを総説するのがここでの目的である。

鉄隕石

鉄隕石は主として鉄-ニッケルから成っている。ニッケルの重量百分率は最低6%から50%以上にも及び、大ていのは約6%を一寸上廻る附近にある。鉄隕石中には多くの微量成分があり、少し含有量の大きいものに鉄-ニッケルの硫化物、リン化合物及び炭化物がある。少量の所謂鉄元素も亦含まれている。こういう希少成分の存在度には非常に大きな変動がある。パラジウム族白金族の二、三の貴金属がお互いに相対的にはどうしてこんなにも濃度が違っているかということは特に理解困難である。こういう組成上の変化を生み出すためには鉄隕石の生成の間に極めて多様の過程や条件があったに違いないということは尤ものように思える。taenite の結晶の八面体の面にそって kamacite が結晶しているために生じた Widmannstätten 像は生成に長期間を要したにちがいないし、非常にゆっくりと冷却されたために出来たということも証拠がはっきりと示している。

鉄隕石は数 kg のものから数 ton の塊のものまで大

^{**} A. E. (aeon) = 10^9 years.

きさは様々である。表面には広々にして穴の内部が穴の開いている口より大きいような穴がある。Horse creek 隕石のような場合には穴の直径が口の直径の8倍もあるが、普通はそんなことはない。これを見つけた HENDERSON and PERRY (1958) は鉄隕石がこんな穴を持ったような面にそって割れたということはある得ないので大きな物体の部分ではないということはこの穴が証拠であると主張している。pallasite は金属を主としてかんらん石からなるケイ酸塩のおよそ等容積の混合物からなっており、この混合物が金属のかたまりとケイ酸塩の間の面を形作っているように見えるのも亦事実である。手元にある Brenham Township のかけらの場合は一部は典型的な octahedrite の鉄隕石でそれにくっついている他の部分は極めて典型的な pallasite である。したがって目に見える境界域の一例を現に持っているわけである。pallasite の8% は鉄隕石として発見されているので、母体の境界域は容積に比べて大きいにちがいない。だから隕石の母体はケイ酸塩に一定の大きさの鉄塊が埋っていてぶどうパンの構造を持っていると思われる。もしそうだとすれば熔融金属塊の生成を説明する手段として隕石の母体の全面的な内部加熱は可能性がない。というのは熔融金属塊はこの種の物体の内部深く浸透するのは確かで、ここで述べた観察結果に反するような核が出来るからである。* (未完)

* Imbrian 衝突の間、目標物をまきちらして出来た月表面の溝は月と衝突した微惑星に金属塊が埋っていたということを示している。UREY (1952) 参照。

雑 録

BRIAN MASON: Meteorites, John Wiley and Sons, Inc., New York and London, 1962, 274 頁。

この本は MASON が 1961 年にフルブライト客員教授として東京大学において行なった講義がもととなって書かれたものである。

隕石に関しては“1950 年までに約 8600 の文献があり、以後は指数函数的増加をみている”が隕石全般についての概念を与えてくれる単行本は殆どなかった。この意味でこの出版は時機を得たものであり、専門家のみならず、これから隕石とはどんなものかを知ろうとする人にとって大変有益な本と思われる。多くの写真と相まって文意も理解しやすく、英文も読みやすい。

13 章と附録からなっており、(1) 緒言。(2) 落下現象。現在全世界で記録されている隕石の数は 1662 個、うち日本では 30 個であり、“この 30 は面積に比しては大きい数であり、それは日本の人口の稠密と教育程度の高いためである”と著者は云っている。(3) 形態。(4) 分類。(5) 隕石の鉱物。特有の鉱物も含めての記載は、隕石の文献を読む際に便利であろう。(6) コンドライト。各種のコンドライトの特徴と成分についての相互関係が詳細に述べられている。(7) アコンドライト。(8) 石鉄隕石。(9) 鉄隕石。(10) 隕石の元素組成。始めに、代表値を得るための試料の問題と汚染などの問題について述べ、GOLDSCHMIDT, UREY, LEVIN 等、および著者による各元素濃度を表に示し、また各元素別に最近の研究が要約されている。(11) 隕石の年代。各方法別に簡単に結果が記載され、宇宙線を受けた年代 (cosmic-ray age), 落下後の年代, extinct radioactive nuclide にも少しく言及している。(12) 隕石の成因。先ず現在までに得られている事実を要約し、RINGWOOD の仮説を中心にして述べたあと、母天体の大きさと数についての諸説を紹介している。(13) テクタイト。“テクタイトが地球外の物質であるかどうかは現在はっきりしない”が、テクタイトの詳細が収録されている。(附1) 隕石の分析法と結果の表示。についての問題点が述べられている。(附2) アメリカ合衆国に落下した隕石、600 余の一覧表、なお巻末の索引には著名な隕石の名が多数載っている。隕石の研究者にとって便利である。

1962 年の文献の一部までは載っており、よくまとまっている好著であるが、強いて慾を云えば最近急速に発展しつつある extinct radioactivity, 宇宙線生成物関係等の同位元素に関して、章を別にするなどもっと詳しい記載がほしく思われる。(西村雅吉)

会誌発行に関するアンケートの結果について

本会ニュース号外(本年3月)に添付した会誌発行に関するアンケートに対しては、切の3月15日までに約180通の回答があり、その結果を集計して4月3日早稲田大学における総会会場において発表した。しかし当日の出席者は比較的少数であったから、ここにニュース上にその結果を掲載して会員各位に報告する。

本アンケート発送に至るまでの経緯については上記ニュース号外を参照されたい。アンケートの内容は次の通りであった。

(官製ハガキ印刷)

会誌発行に関する調査回答 (○をつけて下さい)

会誌の発行に	賛 成	反 対
会誌の発行に賛成の場合、会費は 年額 1000 円, 1200 円, 1500 円とする		
その他の意見		
会 員 名		

〆切日以後に到着した数通の回答を加えると総数は193通、その内訳は

賛 成	会 費 1000 円	65
	1200 円	56
	1500 円	34
	会費記載なし	5
	計	160
反 対	25	
態度保留など	8	
合計		193

である。発送数は400であるから回収率は48%であった。

賛成の人は全く意見が書いてないが、反対の25通および態度保留の7通には意見が述べられており、それには大いに参考となるものが少なくない。以下にその主なものを紹介する。

25 通の反対の理由は、大別すると、

1. 流通範囲の小さい発行部数の少ない雑誌は意味がない。欧文ならば *Geochimica Acta*, 日本文ならば日本化学雑誌をはじめ各学会の会誌がある。ニュースの発行で十分である。
2. 会誌の発行は時期尚早である。
3. 会費値上げ反対などになる。

態度保留の回答の内容は、会誌の発行が果してほんとに必要なのか疑問であるというのが大部分であるが、日本語の論文を載せる雑誌は不要であろうという意味のものもあった。

これに対して雑誌発行を希望する側の意見はニュース号外にあったように、地球化学の論文を掲載する雑誌を持ちたい、英文の論文を載せたい。学会として当然会誌を持たなければ会員を引きつける力がなくなるといふような点にあると思われる。

しかしながら回答数が会員数の約半分に過ぎないといふことは委員会にとってはいささか意外であった。

未回答の会員は大部分が会誌の問題に関心でないと考えられ、それらの人達は会費の値上げをした場合には、会費を滞納し、退会するおそれがある。会員数が減少し、会費収入が低下した場合には、会そのものの基礎が不定となり、会誌の発行どころではなくなる。

またかりに会誌が発行された場合、掲載できる論文の数は少数で、おそらく年間10篇には達しないであろう。さらに会誌だけでは講演会などの連絡には不十分で、やはり、1, 2回はニュースの発行をも考慮しなければならぬのではないと思われる。

以上述べたような諸条件を考えると、この会誌発行の問題は今回のアンケートによっては解決できず、さらによく考慮しなければならないことが明らかとなった。それ故来る10月の地球化学会討論会(東京都立大学)において、この問題について十分会員各位の意見を聞き検討する機会をつくりたいと希望している。

ある会員の回答にあったように、日本における一年間の地球化学の論文数、その中で本会誌が発行された場合に掲載可能となる数、掲載するべき論文の種類、水準などについて具体的に論ずる必要があると考えられる。

ここに本年3月のアンケートの結果を報告すると共に、本問題が決して簡単なものではないことを重ねて強調し、会員各位の関心を持たれんことを希望する。またこの問題についてさらに詳しい御意見を聞くことができれば幸であり、御遠慮なく御通信を賜わるよう御願する。

(会誌発行問題小委員会委員、会計委員山崎一雄)

会 務 報 告

委 員 会 記 事

1963 年 2 月 9 日 東京本郷学士会館において。

会費長期未納会員の処置、会誌発行に関するアンケートをとること、地球化学討論会およびエキスカッション、日米科学委員会、UMP および総会開催等について論議した。

1963 年 4 月 2 日 早稲田大学において。

会費長期未納会員の処置、会誌発行に関するアンケートの結果、および総会における報告議題等について論議した。

総 会 記 事

1963 年 4 月 3 日 早稲田大学において。

菅原委員長の開会の挨拶につづき総会議長として香山勲氏を選出し約50名の会員の出席で総会が行われた。

1. 庶務報告(1962年度事業報告)

○講演会及びエキスカッション

1962年5月12日 14:30~16:00 東大医学部中央館で

日本放射線影響学会, 日本アイソトープ協会, 放射線影響協会との共催で J. L. KULP 博士による “⁹⁰Sr in man and his environment” の講演会.

1962年6月16日 14:00~16:00 東京本郷学士会館で

L. T. ALDRICH 博士による “Age measurements” の講演会.

1962年10月11~15日 川崎市地質調査所で地球化学討論会及び伊豆箱根方面へのエキスカッション.

1962年12月8日 14:00~16:00 東京本郷学士会館で渡辺武男氏による “地球化学及び関連学会における長期研究計画に関する問題点” および野口喜三雄氏による “アーカンソーおよびイエローストン公園の温泉の講演会.

1963年2月9日 14:00~16:30 東京本郷 学士会館で, 地球化学将来計画シンポジウム.

講演者: 半谷高久, 一国雅己, 松井義人および松尾禎士の諸氏.

1963年3月11日 14:00~16:00 学習院大学理学部で J. R. ARNOLD 博士による “Cosmic Dusts” の講演会.

○総会の開催

1962年4月3日 京都大学で開催

○委員会の開催

1962年4月2日 (京都, 楽友会館), “ 6月16日(東京, 本郷学士会館), “ 10月12日(川崎, 地質調査所), “ 12月8日(東京, 本郷学士会館)および1963年2月9日(東京, 本郷学士会館)で開催.

○ニュースの発行

20号(1962年6月20日), 21号(1962年8月27日), 22号(1962年12月27日)および23号(1963年3月20日)を発行. なお地球化学研究会ニュース号外(1963年3月1日)をも発行.

○小委員会の開催

次の小委員会を作り, それぞれの問題について検討した.

南極問題小委員会

(委員: 久野 久, 三宅泰雄, 小穴進也, 菅原健, 鳥居鉄也)

UMP 小委員会

(委員: 半谷高久, 岩崎岩次, 久野 久, 松尾禎

士, 本島公司, 小穴進也, 斎藤信房, 菅原 健)

実験地学研究所設立の立案委員会

(委員: 岩崎岩次, 松尾禎士, 小穴進也, 斎藤信房)

地球化学将来計画小委員会

(委員長: 菅原 健 委員: 半谷高久, 一国雅己, 石橋雅義, 石渡良志, 岩崎岩次, 神谷 宏, 桂 敬, 久野 久, 増田彰正, 松井義人, 松尾禎士, 三宅泰雄, 本島公司, 長島弘三, 須藤俊男, 杉村行勇, 鈴置哲朗, 高橋 清, 太秦康光, 渡辺武男) 会誌発行に関する小委員会

(委員: 半谷高久, 一国雅己, 桂 敬, 本島公司, 猿橋勝子, 佐藤和郎, 山崎一雄)

2. 会計報告(1962年度決算)

(1963年3月31日現在)

収 入	支 出
前年度繰越	102,598
会 費 (正)	82,400
会 費 (費)	100,000
利 子	1,229
雑 収 入	3,140
計	289,367
支 出	244,726
差 引	44,641
(次年度繰越)	
計	244,726

3. 小委員会よりの第告

○会誌発行に関するアンケートの結果について報告があった. (本ニュース別項参照).

○UMP (国際地球内部開発計画)の現状について説明があった(松尾禎士氏).

○南極問題について積極的な意見を南極問題小委員会に寄せられるよう希望が述べられた(鳥居鉄也氏).

4. 決議事項

○地球化学研究会を日本地球化学会と改称すること, およびそれに伴う会則の改正が決議された.

○予算案の議決 1963年度予算案

収 入	支 出
前年度繰越	44,641
会 費 (正)	90,000
会 費 (費)	90,000
広 告 料	20,000
利 子	1,000
計	245,641
ニ ュ ー ス	100,000
通 信 費	30,000
印 刷 費	10,000
集 会 費	25,000
事 務 費	10,000
人 件 費	15,000
論 議 費	15,000
予 備 費	40,641
計	245,641

左記の案にもとずき予算が決定した.

○1963年度の事業計画案は次の通りである.

地球化学討論会は, 1963年10月14日~16日に東京都立大学で開催し, 10月16日~17日に草津方面へのエキスカッションを行なうことに決定.

ニュースは 24, 25, 26 および 27 号を発行する.

例会は1963年6月, 12月, および1964年2月に開く.

委員会は1963年4月, 6月, 10月, 12月および1964年2月に開く.

1964年, 1965年度の委員改選は1964年2月に行なうことに決定.

5. そ の 他

○宇宙科学研究所設立計画について本田雅健氏より報告があり, 化学者側からの検討の必要があることが申述べられた.

地球化学討論会

共催 日本化学会関東支部

日本地球化学会

日 時 10月14日(月)~16日(水)

会 場 東京都立大学理学部(東京都世田谷区)

講演申込締切 7月31日(水)

申込は下記の書式に従って下さい. 討論会の趣旨にのっとり, 研究の発表は適当な雑誌に投稿できる程度にまとめたものに限定したいと思いますのでご協力をお願いします.

講演要旨締切 8月20日(火)

図表を含め2000字程度. 締切に間に合わないものは要旨集に掲載されないことがありますので御注意下さい.

シンポジウム課題

1. 地球化学的サイクル (世話人 三宅泰雄)
2. 環 境 汚 染 (世話人 半谷高久)

エキスカッション

草津白根山周辺, 費用概算1500円(草津までの往復旅費は含まない).

10月16日 14時25分上野発, 草津温泉一泊.

10月17日 17時 草津温泉で解散(当月東京まで準急あり).

申 込 先 東京都世田谷区深沢町 東京都立大学理学部 半谷高久あて

要旨集のみご入用の方もお申込み下さい. 討論を十分行なうため, 要旨集を予約者にあらかじめ配布したいと思いますので, なるべく部数をまとめて申し込んで下さい.

討論会申込書書式(はがき)

申込者氏名		所属	
連絡先			
題 目		投稿予定雑誌名	分
シンポジウム課題であればその課題名		講演希望時間	
発表者氏名(ふりがな)			
(講演者○印)			
研究の行なわれた場所			
エキスカッション参加希望者氏名			
要旨集希望部数	部		

昭和38年7月8日印刷 昭和38年7月10日発行

発行所及び 名古屋市千種区不老町 名古屋大学理学部

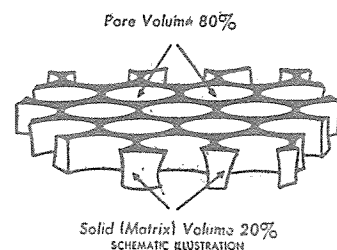
発 行 者 地球科学教室内 日本地球化学会

菅 原 健

浪哲名古屋 11814

印 刷 名古屋市昭和区東郊通7ノ8

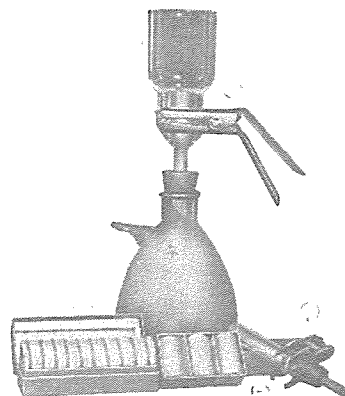
東崎印刷舎名会社 東 崎 昌 教



極小物質の濾過と分析に

Millipore FILTER

(米国 MILLIPORE FILTER 社製)



地球化学 浮遊生物学
放射化学 細菌学

1. 濾過能率がきわめてよい
2. 孔のサイズが一定しており
5 ミクロンから 0.01 ミクロンまでの各種がある.
3. 酸, アルカリに強い, 有機溶媒に溶ける.
4. 厚さはわずか 150 ミクロン



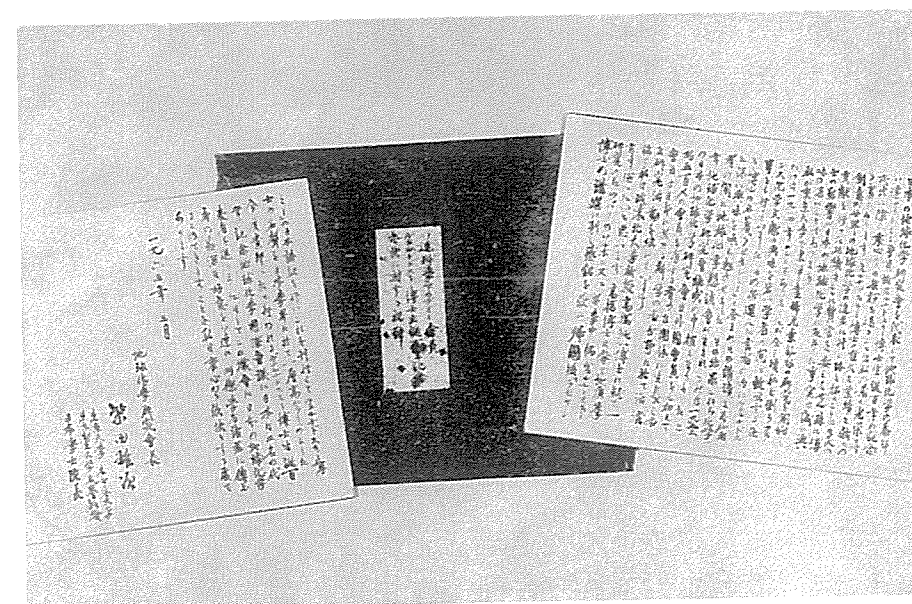
株式会社 離 合 社

本社 東京都千代田区神田鍛冶町1の2(丸石ビル4階)
電話 神田 (251) 1513, 0773, 0458, 4813, 4707
大阪営業所 大阪市北区北同心町1の15
電話 堀川 (35) 8019, 7346

日本地球化学会ニュース

No. 25

1963. IX. 10



上記の祝辞は日本地球化学会会長柴田雄次先生からヴェルナドスキー博士生誕百年記念式典に寄せられたものである。この祝辞は去る3月14~19日モスクワで開かれた同記念地球化学シンポジウムに出席した委員長菅原健先生からこの祝辞の英文と共に提出されたものである(祝辞の内容は次頁に示した)。

ソ連科学アカデミー会員 ヴェルナドスキー
博士生誕百年記念式典に対する祝辞

日本の地球化学研究会を代表して地球化学の泰斗ソ連アカデミー会員故ヴェルナドスキー博士生誕百年の記念式典に際し衷心よりの挨拶を送ることは私の最も光榮とする処であります。ヴェルナドスキー博士の雄大な業績と数々の創意が世界の地球化学の進歩に対し路を拓くことに多大の貢献を行なった功績はここに贅言を要しません。殊に博士の影響が日本の地球化学に及ぼした事実は誠に興味の深いことであります。

私が東京大学で東洋産稀元素鉱物の研究を開始したのは1914年のことでありましたが、同じ頃私は傍らフランス化学文献の興味を若い学者の間に鼓吹する仕事も行なっていました。その折選んだ書物の内にヴェルナドスキー博士の名著「ラゼオシミー」も含まれその講読は参加者に深い興味を喚び起させました。その結果これら化学者の間に地球化学懇談会が生まれ、これは1953年地球化学研究会結成の中核となりました。この日本の地球化学研究会は外国会員をも加えて約500人の会員を有する有力な団体に生長し各会員は日本における斯学の各分野において活潑な研究活動を続けています。

茲で私は故東北大学教授高橋純一博士について一言申述べたいと思います。高橋博士は嘗て地質学研究のためバリのソルボンヌに留学中偶、ヴェルナドスキー博士の講筵に列し感銘を受け帰国後「ラゼオシミー」の日本語訳を行ないこれを刊行してヴェルナドスキー博士の名声を日本学界において一層高からしめました。

今度貴邦において行なわれるヴェルナドスキー博士生誕百年記念地球化学国際会議に日本は2名の代表者を送りました。そしてこの機会に日本の地球化学者の甚深な好意をソ連の同僚学者諸君に伝えることができますことを私は衷心から欣快とする処であります。

1963年3月

地球化学研究会長

柴田雄次
東京大学、名古屋大学
東京都立大学名誉教授
日本学士院長

太陽系の起源と進化 (2)

HAROLD C. UREY

(岡山大学・温研・梅本春次 訳)

石質隕石

石質隕石は所謂 chondrite と achondrite という二つの主群にわけられる。chondrite は chondrule と

して知られている小さくて丸い物体を含んでおり、achondrite は含んでいないか、少なくともごくわずかなを含んでいる。chondrite は chondrule の粉碎小片と不規則なケイ酸塩塊からなっておりかなり量の硫化鉄と鉄・ニッケルの小粒が全体に非常に均一に混っている。後者は体心立方、面心立方である。鉄・ニッケルの kamacite; taenite の両方からなっている。この物体が熔融状態から現在のような状態に固化したのではないということは直ちに言いうる。実際には今ある場所以外の所で構造の出来上った物質の集合体にちがいない。或る場合には、或る点から放射状にのびている結晶構造が chondrule に見られ、その点ばかりで chondrule が液体でそのガラス状の小滴の表面上のひっかきか割れ目から結晶化が進んだことを示す。多分全ての chondrule の結晶化は液滴から始ったものだろう。

金属粒に関しては MAYEDA and UREY (1959), KVASHA (1961) 及び MASSALSKI (1962) が研究し、構造に関してこれらの研究者の本質的な意見の一致をみた。金属粒は kamacite と taenite からなっていて、或る時は離れた相として或る時はお互いに接している相として、又或る時はむしろ粗雑に混り合っている。kamacite 相は近くのケイ酸塩粒の圧力で作りかえられたかのように形が比較的不規則に見える。taenite 粒は時々はっきりとたち割られている。適当な試薬でエッチングを行なった時には、これらは一般に拡散域を持っていて、鉄隕石の金属結晶でも見られるように非常にゆっくりと他の相との平衡に達したことを示している。時には taenite 粒はこわれていて、こわれた境は拡散域を持っていない。この事実は鉄とニッケルを一つの相から他の相に移動させたような移動機構によって、現在在る位置ではこれらのものが平衡に達していなかったことを示していて、非常に激しい酸化過程があったことを意味している。往々にして小さい熔融球に見える小さな硫化物粒のこまかく分布している脈が時々 chondrite にある。二次的に加熱されたという証拠も2, 3あり、脈や taenite 粒には熔融の証拠さえある。この問題の研究者たちはこういう特徴を激しい粉碎作用の証拠と解釈しており、こういう粉碎作用は大きい物体と小さい物体が大きい方の物体の表面に効果をもたらすように衝突して生じたと考えられている。FREDRIKSSON (1962) は隕石を爆発のショックにあてて脈の形の2, 3のものを作り出すのに成功している。特に彼は小さな球状の硫化物粒を作るのに成功している。GOLES and

ANDERS はこういう脈は脈にそって硫黄蒸気が注入された結果であると主張している。筆者はこの説明にはひどく疑をいだいている。というのは熱い硫黄の蒸気をほんのわずかの物質の中を通りぬけさせるのさえ困難であり同時に脈中を高温にしその近く、即ち taenite 粒がその拡散域を失っていないという事実からわかるように0.1 mm 又はそれ以下の距離の所を、低温に保つことが極めて困難であるからである。FREDRIKSSON の説明の方をむしろ取るべきだと思う。

塩化鉄か鉄カーボニルは鉄やニッケルを或る粒子から他の粒子に運び適当な位置に観察されているような粒子を作ることが出来るという説が RINGWOOD によって出されている。若し或る時期にこれがおこったとすれば、表面の部分をおおっている拡散域がない taenite 粒からわかるように、上のような過程の後に taenite 粒が時によっては或種の粉碎作用のために再びくだかれた。

chondrite 質の隕石は非常に磨くのが困難であり、実際に研磨の前にプラスチックの中にうめ込まなければならない。chondrite 質の隕石はおしかためた礫であって、おそらく RINGWOOD の言うような大きい惑星の部分ではないということがこの事実からわかる。

chondrule はかんらん石と紫蘇輝石又はその混合物からなっている。しかし chondrule は更に少量の金属や鉄、マグネシウム、カルシウムの硫化物を含んでいることがわかっている。実際はどの場合も微小結晶であるかもしれないが、見かけの上では屢々ガラス状である。或る場合は固化が非常に速く起って、ガラス状の長石がガラス状の外見をした他のケイ酸塩鉱物が出来ているにちがいないけれども、chondrite 質の隕石の鉱物はケイ酸塩の熔融物の固化によって出来たように見える。一度現在の構造になった物体は大いの場合他の状態よりもっとしっかりとした結晶構造を持っているのはたしかであるから、どんなに長い間適当な温度に保っても決して脆もどされることはない。

多くの成分の限界内での変動は明らかに認められるけれども、chondrite の組成は極めて一定している。PRIOR は金属鉄と酸化された鉄の量の間に普遍的な関係のあることを指摘している。chondrite 中の金属の量の増加とともに酸化された元素の量が減っている。PRIOR の関係は単なる酸化還元のプロセスによって説明できないで、鉄対ケイ酸塩の相対的な割合が同時に変わらなければならないということが必要として

いると UREY and CRAIG (1953) が指摘している。実際に chondrite の二つの主な群があるがその何れもが、鉄の酸化状態と鉄含量が同時に変わらなくても PRIOR の法則にあてはまっている。この二つは高铁含量 chondrite と低鉄含量 chondrite に分類される。鉄の平均百分率はそれぞれ22.33と28.58%となっている。その後 WILK が多くの隕石を調べていて非常に慎重な近代的分析法でこの結論を確かめている。この他にこれ程目立っていない数群の chondrite がある。地球上の岩石に比べれば chondrite の組成は全体としては尚、且つ著しく一定である。SUESS and UREY (1956) は元素の存在度の表の作製に当って低鉄含量の chondrite を利用した。

この結果に関して二つの解釈があった。鉄含量が幾分はっきり違う二つの主な群があってそれぞれ平均値のまわりにちらばっているとすれば、こういう物質は二つの別々の場所から来ている証拠と考えられるし、この二つの何れが元素の本質的な存在度を示すかを述べることは出来ないというのが UREY, CRAIG and SUESS のとっている考え方であり、事実平均値を使うことが出来るか又は真の始原存在度の値はそれぞれの平均値からはずれているかどうかということは誰も知らない。他の人達は元素の存在度の推定値を与えるとして全隕石の平均値を使用することに満足している。炭素質の chondrite は著量の炭素、水及び一般に他の隕石より幾分多量の硫化鉄を含んでいる。観測された全落下隕石の幾4%はこの群に属し、それはもろいので、隕石の始原的溜りがどこにあらうとも、その中におけるこの種の物質の百分率は4%というデータで示されるより大きいだろうと推察される。何としても大部分の隕石は非常に乾燥していて0.1% 或はそれ以下の水分であるが、或る1群は20%に及ぶ非常に高い水含量であるという奇妙なことがある。地球全体の水の百分率は疑もなく非常に低く、多分0.1%で、したがって乾いた隕石の水含量に殆ど一致している。何としても炭素質隕石も普通の隕石も地球に落ちて来る物質の平均とは思えない。炭素質隕石は UREY and CRAIG の高铁含量群に属す。最近 NAGY, CLAUS, MEINSCHEIN and HENNESSY (1961, 1962) は隕石中に或る点で顕微鏡的な化石の形態に似ているという物体を見つけたと報告している。

achondrite 隕石は組成の点では chondrite よりもかなり変化にとみ、多数の型に分けられる。或る achondrite はカルシウム含量が高く、実際には幾分玄武岩性の組成をもっているが、他のものは低カルシウ

ム含有、高マグネシウム含有で、類似性が正確とは言えないながら幾分 chondrite の組成に似ている。一般に隕石について奇妙なことの一つはカリウムとナトリウムの濃度の低いことで、これは玄武岩型 a chondrite でもあてはまる。地球上の玄武岩はカリウム含量が 1.4% 附近であるが玄武岩型 achondrite は約 0.5% のカリウムを含んでいる。achondrite の鉱物を作った熔融の際に何らかの蒸発過程が achondrite からアルカリを取去ったらしい。

chondrite 隕石が有力な手段として太陽系における元素の存在度の正しい平均を知らしてくれるものではないということを示す多くの証拠がある。鉄には明らかに面倒な問題があり、周期律表ですぐ隣の元素に比べて存在度の低いインジウム、タリウム、ビスマスも亦非常におかしな状態にある。GAST はルビデウムがストロンチウムに比べて地球では隕石中よりはるかに少ないと指摘している。これはカリウム及びその他のアルカリについても同様にあてはまると思える。chondrite 質の隕石が地球や他の惑星の物質の正しい平均値を与えるものと考えられて来た。近年わかつてある証拠はこれが正しくないことを示している。

太陽及び惑星の組成

最近の 30 年間に天文学者は、太陽や星のスペクトルにみられる吸収の線の強さからその組成を推定しようとした。この間に定量値の非常に大きな違いがあったが、時と共に報告された値の違いが次第に小さくなり今日ではこの方面の研究者間で本質的な一致の方向にある。最近の GOLDBERG, MUELLER and ALLER (1960) の総説にこの問題が広範にまとめられている。一般にこの存在度は隕石の組成の研究から推測された値とかなり良く一致している。しかしながら 2, 3 のはっきりした違いがあって、そのもっとも重要なのは多分周期律表の近くの元素に対する相対的な鉄の存在度であろう。Table 1 は SUESS and UREY が隕石から得た存在度のデータと GOLDBERG, MUELLER and ALLER による太陽のデータを比較したものである。鉄が太陽中では約 4 倍低い、或は隕石中で同じ倍率だけ高いということを除けばかなり一致しているということに気づくであろう。鉄・コバルトの定量値は共に信頼出来ると思えるのでコバルトとの比較は特に興味がある。コバルトは鉄よりも貴金属の性質をもっているが、鉄とコバルトの化学的類似性はかなり大きい。しかし太陽におけるコバルト対鉄の比は隕石中の比より 4 倍大きい。鉄とニッケルの比較は鉄とコバルトの比較と非常に良く似ているが、太陽におけるニ

Table 1

隕石の値としては SUESS and UREY (1958) のデータを引用し、天文学的な値は GOLDBERG, MUELLER and ALLER (1960) によった。比較的信頼出来ると思われるデータだけを包括した。

存在度は $\text{Si} = 10^6$ としての相対値である。

元素	太陽	隕石	隕石/太陽比
Na	6.31×10^4	4.38×10^4	0.69
Mg	7.94×10^5	9.12×10^5	1.15
Al	5.01×10^4	9.48×10^4	1.89
Si	10^6	10^6	1
K	1.58×10^3	3.16×10^3	1.99
Ca	4.46×10^4	4.90×10^4	1.10
Sc	2.09×10	2.8×10	1.27
Ti	1.51×10^3	2.44×10^3	1.61
V	1.58×10^2	2.2×10^2	1.38
Cr	7.41×10^3	7.80×10^3	1.05
Mn	2.51×10^3	6.85×10^3	2.76
Fe	1.17×10^5	6.00×10^5	5.12
Co	1.38×10^3	1.8×10^3	1.30
Ni	2.57×10^4	2.74×10^4	1.07
Zn	7.94×10^2	4.86×10^2	0.62
	Fe を除く幾何平均		1.25
	Fe 比対幾何平均の比		4.10

ケルの存在度は確かな値ではない。鉄・ニッケル比の違いが隕石と太陽の間の比の違いより小さいとはいえず、2 群の chondrite 即ち高鉄含量群と低鉄含量群では鉄・ニッケル比が違っているということは注目すべきである。SUESS and UREY は低鉄含量の chondrite を表に用いた。全 chondrite の平均を使えば喰違いがもっと大きくなっただろう。これらの所謂不揮発性元素について隕石と太陽は同一組成を持っていないと結論しなければならない。

惑星の組成は違っている。このことは何年か前に UREY (1952) が指摘しており、近年データが再検討されて結論がほんのわずかに変更された。最近の水星の経過の際に多くの天文学者が水星の半径の近代測定を行ない、値の一致を見ており地球の半径の約 0.38 倍となっている。Table 2 には観測にもとづく惑星の密度の比較と低圧におけるその密度の推定値を示してある。これら全ての物体についての計算値に関しては不確実性はあるが低温低圧下における水星の密度を他の惑星の密度と一致させることは事実上非常に困難で、月の密度を如何なる惑星の密度とも一致させることは殆ど不可能である。惑星や月の生成の間に元素の真の分化があり、これらのどれも組成が太陽の組成と一致しないように思える。これらの結果は時間と共に次第に一層確実となり私は、太陽系の生成の際、組成の本

Table 2

惑星	質量 $M_{\oplus}=1$	半径 $R_{\oplus}=1$	密度
月	0.012304	0.2728	3.34
水星	0.0543	0.377	5.59
金星	0.8137	0.957	5.12
地球	1.	1.	5.515
火星	0.1077	0.520	4.22
		0.530	3.99
木星	317.42	10.97	1.33
土星	95.05	9.03	0.71
天王星	14.49	3.72	1.55
海王星	17.60	3.38	2.51

惑星の質量は、最近のデータを検討した BROUWER and CLEMENCE (1961) から取った。水星の半径は水星の最近の経過の際の数人の天文学者の観測の平均値として、Astronomical Union (1961) の会合で報告され、1% の公算誤差がある。火星については、TRUMPLER (1927) と CAMICHEL (1954) の値を引用した。CAMICHEL の結果は、単位距離において、 $9'.24$ から $9'.48$ ちがっている。もやのかかった大気のために多分、測定値は、低すぎるよりも高すぎるだろう。木星と土星の値は、RUSSELL, DUGAN and STEWART による。金星の半径は、International Astronomical Union の会合で報告されたもので、0.5% の公算誤差がある。天王星と海王星の値は KUIPER (1952) による。この値は以前の値に比べて著しく低い。これらのデータの基礎となる測定に関して詳細は発表されていない。地球の質量と半径はそれぞれ $5.975 \times 10^{27} \text{ g}$ と $6.37123 \times 10^8 \text{ cm}$ である。

質的な変動が実際に起ったという結論を安心して受入れることが出来ると思う。

他に可能性のある説明が提唱されている。RING-WOOD は水星が鉄カーバイトから出来ているという意見である。私はこれをもとにして水星の密度がどの位になるか推定しようとして、常温常圧で最大約 4.7 g/cc を得ている。月は鉄含量が低いということを除けば chondrite 質の隕石物質からなっていると仮定して月の幾つかの型が試みられている。その結果月の鉄の百分率は 10% 又は多分少し多いであろうという結論になるが、天体物質中地球や隕石のような不揮発性の固体物質においては鉄の百分率の計算はわずかに 6% 程度となる。月の鉄含量は太陽より大きく、地球やその他の地球惑星又は隕石より小さいらしい。

UREY (1952) は今も尚、受け入れられるような地球の組成と太陽系の組成の違いに関する説明を行なった。ケイ酸塩物質は地球や月の集合の時期に密度の高い金属性の物質からというよりもむしろ太陽系から追

出されたのである。初期には比較的平均に近い物質が双方に集まったが偶然地球の方が早く成長し有効な場をものにした。その過程の末期になるにしたがって地球は月よりも早く物質を捕獲し、当時の物質は比較的多くの金属を含んでいた。しかしながら月がこの高密度の物質を取得したのは相対的に少なく、したがって地球と太陽の組成の中間の組成を持っている。

この差は事実であって太陽系の起源の際に起った過程によって月や地球が生じたにちがいないというのはありそうなことである。他に考えられることは月が石墨か水を幾分含んでいるということである。月と隕石の密度差を説明するためには 10% の石墨か 2~3% の水を含んでいることが必要になる (UREY, 1959)。後の方とすると、ケイ酸塩の融点は著しく低く、広範の熔岩流が起っていなければならないし、月の表面域は大量の水を含んでいなければならない。月表面の探検がこの問題に解答を与えてくれるだろう。古い仮説で現在は一般に受入れられていない仮説であるが、若し月が地球から出来たものとすれば、やはり隕石と太陽の組成の差を説明しなければならない。多分惑星は太陽が出来たとは別の塵雲から出来たのであろうが、この場合に物理学者は太陽の組成と隕石の組成という二つの型の組成が元素の合成の時期に出来たと主張しなければならなくなるが、それはありえない。その他天文学者が太陽の組成に関して誤っているという可能性もあるが、現在では鉄やその他、もっとありふれた元素についての太陽系の組成は非常に普遍的に一致しているようである。

隕石の年齢*

鉛法、ルビジウム-ストロンチウム法及びカリウム-アルゴン法による隕石の年代決定に関して沢山の研究があるがこの研究を総説する意図は見られなかった。Canyon Diablo 隕石の鉛が太陽系の始原鉛であり、chondrite 質の隕石の鉛はウランやトリウムの崩壊のために違っていると仮定されている。このようにして、 $4.5 \sim 4.7 \times 10^9$ 年附近の年代が与えられている。しかしながら少なくとも或る場合には測定した放射性起源の鉛を説明するに十分なウランやトリウムがないらしいので問題がある。実際に、石質隕石中の鉛の組成をこういう風に説明出来ないというのはありそうなことである。かれこれ 500×10^6 年前に或る鉛がこういう物体に注入されたという徴候が幾分見られる。ル

* ANDERS (1962) はこの問題に関するデータをうまく要約している。

ビジウム-ストロンチウム法による年齢は非常に正確ではないが、大体同じ年齢で一致している。カリウム-アルゴン法による年齢はやや低い値から 4.5×10^9 年にちらばっている。アルゴンが隕石から逃げてしまったかもしれないので誤差は低い方の側にあるらしいし、この問題の研究者達は実際にこの低い年齢はかかる損失によると仮定している。隕石中の不活性気体の濃度から決めた宇宙線年齢 (cosmic ray age) は石質隕石に関する年齢を大抵の場合数千万年とし、鉄隕石の場合は一つ長い 15 億年というのがあるが 5 億又は 6 億年の附近としている。始原組成の不活性気体が隕石に入っており、したがってその生成の或る時期に始原不活性気体が隕石鉱物中に入ったのである。例えば pantar 隕石の場合、色の淡い chondrite の塊が普通の灰黒色の chondrite 質の基質にうまっている。始原不活性気体は灰黒色の基質中にのみ見出され、それは多分不活性気体が或る時期にある過程によってこの灰色の基質に注入されたことを意味しているのである。

2, 3 の石質隕石は半減期 ~ 16 m.y. の I^{129} から出来たにちがいない Xe^{129} を多量に含んでいる。これは元素の最後の合成以来数億年の間 Xe が失われなかったような構造や温度を隕石が持ったということを示している。REYNOLDS (1960) のこの研究に続いて、MURTHY (1960) は或る鉄隕石中の Troilite が著量の Ag^{107} を含み、それは大略 7 m.y. の半減期を持った Pd^{107} の崩壊によって出来たことを示しているとした。^{*} パラジウムのたまっている所から銀が除かれるような或る熔融過程が元素の最後の合成後数千万年以内に起ったらしい。こういうことは太陽系を作った過程が元素の合成後非常に短い期間に起ったことを示している。

Xe , Ba , Mo の同位体の存在度の一般異常が現在観測されている。 Xe の場合には一番軽い同位体と一番重い同位体との比が地球上の Xe の比と約 30~40% 違っている。 Ba の場合の結果はわずかに約 2% である、(UMEMOTO, 1962)。 Mo の場合は一番軽い同位体と一番重い同位体の比が或る鉄隕石で地球の値より約 7% 小さく、次の隕石で約 4% 小さい。したがって太陽系の種々の試料の同位体組成には一般に変動があ

^{*} 訳註 1962 年 5 月の Gordon conference で E. ANDERS がこの実験結果を否定する報告を行った。その後 MURTHY は実験を繰返し結果の正しいことを確認している。

るように思える。現在こういう変動の起源は全く未知である。^{**}

隕石の起源に関する意見の批判

1. 明らかに地球惑星の領域から逃げたガス状物質の太陽系における割合という点を除けば FISH, GOLES and ANDERS (1960) は隕石は小惑星から来ており、小惑星帯における物質の量は現在そこにある量と常に殆ど同じであったという伝統的な考え方を取上げている。彼等は亦ケイ酸塩鉱物と隕石の大きな金属塊を作り出した熱は放射性核種によって生み出されたと仮定している。元素の合成の後にかかる熔融を起すに十分な量だけ残存することの出来た唯一の核種は Al^{26} であるらしい。しかし Al^{26} の半減期は約 74 万年であるから、保持された量は実際には非常に少量で極めて不十分なおもえる。数年前筆者はケイ酸塩鉱物の熔融の加熱剤として Al^{26} の可能性があるという意見を持ったが、短期間であるという理由と前述のように鉄隕石の物理的な形が鉄隕石の母体は現在観察されるものよりひどく大きくはないということを示しているのもその意見を放棄した。もし鉄隕石が観察されている隕石と同程度の大きさの小さい物体から来ているものとすれば、内部加熱は小惑星の核を作っていないとなければならないという理由で、放射性物質による小惑星型の天体の内部における加熱は勿論観察結果と一致しない。ANDERS とその共同研究者は例証されている結果は何か他の未知の方法で説明できるという仮定にもとづいてこの型の加熱が可能かどうかを探究して来た。

この著者達が考えている一般的な過程というのは元素の最後の合成後、現在の小惑星の大きさの物体が速やかに集合し、放射性核種が内部を $3000^{\circ}C$ 又はそれ以上の高温に熱したというのである。小惑星は金属核、焼結又は熔融した殻及び冷いままであった表面域からなる帯圈構造になったと仮定している。内部深くから物質の火山様の抛射がおこり、熔融ケイ酸塩を表面にまきちらし、続いて chondrule の形で表面に落ちて来たと仮定している。表面に小石がつみあげられて時間と共にゆっくりと加熱が止まったと仮定している。鉄隕石中の物質はゆっくりと冷えて Widmanstätten 像を与え、その結果表面に chondrite、少し下に achondrite そして中心に鉄-ニッケル核がある。このような系の熱平衡に関する広範な計算が示されて

^{**} 訳註 M. HONDA は熱核反応によるとして解釈を試みつつある。

思える。現在同位元素存在度に幾分の変動が観察されているけれどもこの型の分別の程度は炭素質 chondrite の変動を説明するために必要な程度よりはるかに小さい。筆者はこの提案に対しては極端に疑をいっている。

隕石の生成の際には 2 組又はそれ以上の組の天体と関係のある段階が少なくとも二つあったらしい。即ち熔融の起った場所ではつづいて破碎がおこり、他の天体で集合がおこったらしい。第 1 の天体の組が月の大きさで第 2 のものは小惑星であったという意見がある。この意見は満足なものではない。多くの場合 chondrite の粒子はそれが打ちくたされ、お互に広くちらばらないように破片になったことを示している。したがって第 2 の物体は月か又は他のかなり大きい物体の表面と判定されている。この説は UREY and CRAIG (1953) によって提唱されたものと非常によく似ている。

隕石は極めて複雑な構造のように思える一太陽系の揮発性物質の平均ではない。隕石は地球に落ちる確率が大きいように見え、現在満足に説明されていないような極めて複雑な化学的過程を経て来ている。隕石の起源と太陽系の起源との正確な関係に関して意見の一致とみるまでには、多分宇宙研究の方法によって広範な調査を行なう必要があるように思える。太陽系の

起源の梗概として発展する UREY の模型の詳細は後に述べる。(未完)

会 務 報 告

特別講演会

1963 年 7 月 25 日 14:00-16:00 東京日本化学会講堂において C. PATTERSON 博士 (米国, カリフォルニア工大) の「Characteristics of Isotopic Evolution of Lead in the Earth on a Continental Scale」と題する講演が行なわれた。

第 27 回例会

1963 年 6 月 15 日、東京本郷学士会館において菅原健および渡辺武男氏による「ヴェルナドスキー生誕百年祭 (モスクワ市) に出席して」と題する講演が行なわれた。

昭和 38 年 9 月 9 日印刷 昭和 38 年 9 月 10 日発行
発行所及び 名古屋市千種区不老町 名古屋大学理学部
発行者 地球科学教室内 日本地球化学会
菅 原 健
〒名古屋 11814
印刷 名古屋市昭和区東郷通 7ノ8 東崎印刷舎名本社 東 崎 昌 教

地球化学討論会プログラム

第 1 日 10 月 14 日 (月) (8 時 30 分~12 時 30 分)

一般講演

1. 伊豆大島 1950, 1951 年の容岩のフッ素含有量 岩崎 岩次, °岩崎 文嗣 (東 工 大)
2. 硫黄島火山の研究 昇華物 °小坂 丈 予 硫黄島火山研究グループ (東 工 大)
3. 硫黄島火山の研究 ケイ酸昇華物の成因 °吉 田 稔 硫黄島火山研究グループ (東 工 大)
4. 硫黄島火山の研究 火山ガス °小沢 竹二郎 硫黄島火山研究グループ (東 工 大)
5. 硫黄島火山の研究 昇華物としてのフッ素金雲母について °松本 幡 郎 硫黄島火山研究グループ (熊 本 大)
6. 火山岩中のハロゲン元素について °杉 浦 孜, 竹 田 雅 彰, 渡辺美南子, 長尾雅巳 (名 大 理)
7. 噴気孔ガス (那須・九重) のセレンの存在状態と行動 鈴 置 哲 朗 (東 教 大)

8. 火山現象に伴う 2, 3 の物質の移動 (その 1)
°岩崎 岩次, 桂 敬, 小沢竹二郎, 吉田 稔, 鎌田 政明(東工大・鹿児島大)
9. 登別温泉活動その後
室住 正世(室蘭工大)
10. 豊羽鉱山坑内温泉について °香山 勲, 安孫子 勤, 磯 順夫(北学芸大 日鉱)
11. 温泉による化学成分供給量の推定
那須 義和, °那須 淑子(北大工・北大理)
12. 蔵王温泉地区の地球化学的研究 (1) 温泉および河川水について
入江 敏勝(山形大)
13. 鉄質温泉沈殿物中の希土類元素
三角 省三, °樽合 俊和, 吉田 新一(九大 理)
14. タイ国河川の化学成分の季節的变化
°瀬野 錦蔵, 小林 純(京大理・岡山大)
15. ヒマラヤの水の化学成分について °山田 哲雄, 野口喜三雄(信州大・都立大理)

(13時 15分~16時 30分)

課題討論「環境汚染」

特別講演 汚染と地球化学 半谷 高久(都立大理)

16. 有明海における汚染水の分布について
°細川 巖 (西日本工場廃水研究グループ代表 福岡学芸大)
17. 旭川市内外における霧およびエアロゾル中の無機物含量
大喜 多敏一(公衆衛生院)
18. 豊平川の成分流出量の変動と汚染因子の影響
那須 義和(北大工)
19. 模型実験水槽によるガス交換
°平山 光衛, 岸岡 昭, 大槻 晃, 半谷 高久(資源 研)
20. イタイイタイ病と神通川の水
°小林 純, 萩野 昇(岡山 大)

(16時 30分~17時 30分)

一般講演

21. ガンマ線のエネルギー分析による岩石の天然放射性元素の分析
中井 順二(地 調)
22. 人形峠ウラン鉱山におけるラジウムの同位元素分離
°芦沢 駿, 春山 愼二, 森本良雄(原燃公社)
23. U-234/U-238, Pa-231/Ra-226 比の測定とその地球化学的意味
°阪上 正信, 橋本 哲夫, 石田 宏二(金沢大理)

(18時 30分~20時)

一般講演

24. 地球型惑星の生成一特に CORE の生成に関する熱力学的・化学的考察
島津 康男(名大理)
25. コンドライトと地球との間のランタン系列元素の存在度パターンの
相違に関する考察
増田 彰正, °松井 義人(東大核研・岡大温研)
26. 地殻とコンドライトとの間の濃度比から推定した分配係数とイオン
半径との関係
増田 彰正(東大核研)
27. カンラン石のニッケル含量
°西村 雅吉, 山本 雅弘, 八木 健三(北大 理)

Ice Islands

Total discharge to the sea	Items addition to land waters		Net contribution to the sea	
	Industrial products	Thermal and mineral springs		
10^{11} kg/yr.	10^{11} kg/yr.	10^{11} kg/yr.	10^{11} kg/yr.	10^{11} kg/yr.
44.5	11.8 *	3.7	10.7	3.1
5.6	1.6 *	0.2	-2.0	-0.59
13.4	0	0.24	7.9	2.4
19.7	1.9	1.3	17.9	5.2
0.37	0	0.0023	0.13	0.099
11.1	13.1 *	6.0	5.1	2.4
0.013	0	0.0035	-0.020	-0.0039
0.86	0	0.0091	-0.78	-0.23
29.7	9.9	2.63	2.1	0.61
17.0	0	2.7	17.0	13.8
3.7	0	1.5	3.7	1.1
2.4	0	0.42	2.4	0.70
0.0034	0	0.009	0.0034	0.0010
0.0056	0		0.0056	0.0016
0.011	0	0.004	0.011	0.0012
0.029	0	0.0006	0.029	0.0025
0.030	0.027	0.0004	0.030	0.0088

46. 生物過程で生ずる炭酸カルシウムの結晶

三宅 泰雄, °田中 捷一(東教大理)

°北野 康, 中埜 栄二(名大理)

- 8. 火山
- 9. 登別
- 10. 豊平
- 11. 温泉
- 12. 蔵王
- 13. 鉄管
- 14. タイ
- 15. ヒマ

課題

特別

- 16. 有明
- 17. 旭川
- 18. 豊平
- 19. 模写

一般

一般

- 21. ガン
- 22. 人形
- 23. U-2

一般

- 24. 地理
- 25. コン
- 26. 地盤
- 27. カンラン石のニッケル含量

Table 2 Material

Element	Total supply from the sky in the forms of precipitation and dry fallout	Direct supply from the sea as spray and in other forms	Supply from blown-off soil	Supply and dust
	10 ¹¹ kg/yr.	10 ¹¹ kg/yr.	10 ¹¹ kg/yr.	
Marine	Na	15.0	15.0	4.33
	K	1.0	1.0	1.0
	Hg	4.0	4.0	1.3
	Ca	17.0	16.4	1.3
	Sr	0.20	0.19	0.01
	Cl	20.2	20.1	0.13
	I	0.033	0.033	0.0002
	F	1.63	1.63	0.02
	S	27.6	23.3	0.059
	Si	15.2	0.0	15.2
Lithogenic	Pb	4.23		2.8
	Al	2.03		2.8
	Mo	0.001		0.001
	V	0.0022		0.0010
	Cu	0.013		0.0023
Industrial	Zn	0.062		0.0051
	As	0.030		0.0051

* Elements supplied from the sea

西村雅吉, 山本雅弘, 八木健三(北大理)

第2日 10月15日(火) (8時30分~12時30分)

課題討論「地球化学的サイクル」

- 28. 硫黄同位元素の地球化学的サイクルの一知見 島 誠(理 研)
- 29. 硫黄および硫化鉱物の生化学的酸化と同位体の行動 中井 信之(名大理)
- 30. 福岡における雨水中のベリリウム-7含有量 吉村 恂, 高島義正, °中川英毅(九大理)
- 31. 放射性降下物と高層大気の状態との関係 三宅泰雄, °金沢照子(気象研)
- 32. 日本における Sr-90 降下量分布について 三宅泰雄, °葛城幸雄(気象研)
- 33. 海水中のセシウム-137 測定 of 相互検定 T. R. Folsom, °猿 橋 勝子(スクリップス海洋研 気象研)
- 34. セシウムの地球化学的サイクル-フォールアウト ¹³⁷Cs をトレーサーとして °山 県 登, 松田俊治(公衆衛生院 群馬大工)
- 35. 雨水・土壌混合系における Ca と Sr の行動 小 平 潔(農技研)
- 36. 大阪地方における Sr-90 の河川による移動 °永山 修, 松本幸雄, 玉置 武(阪府大)
- 37. 海水中の放射性核種の捕集剤としての二酸化マンガン 山 県 登, °岩 島 清(公衆衛生院)
- 38. 放射性ルテニウムによる環境汚染 °山 県 登, °岩 島 清(公衆衛生院)

(13時15分~14時5分)

課題討論「地球化学的サイクル」

特別講演 日本列島を中心にした気圏・水圏を通じての元素の循環 菅 原 健(名 大)

(14時5分~17時30分)

一般講演

- 39. 海水中におけるバナジウムの分布 菅 原 健, °岡部史郎(名大理・福岡学芸大)
- 40. 海水中のヨウ素について 三宅泰雄, °角皆静男(東教大)
- 41. 西部北太平洋における酸素, リン酸塩の分布 °杉浦吉雄, 吉村 広三(気象研・気象庁)
- 42. 海水および河口水中の溶存気体について °細川 巖, 大島文雄, 許斐睦徳(福岡学芸大)
- 43. 海水中に溶存する窒素ガス, 窒素化合物中の窒素の同位体比について 三宅泰雄, 松尾禎士, °和田英太郎(東教大理)
- 44. 海藻中のニッケルおよびコバルト含有量について 山本俊夫, °藤田哲雄, 石橋雅義(京都学芸大・金沢大)
- 45. 海水中における炭酸カルシウムの溶解度積の測定 三宅泰雄, °田中捷一(東教大理)
- 46. 生物過程で生ずる炭酸カルシウムの結晶 °北野 康, 中埜栄二(名大理)